Deste quadro obtemos:

$$\frac{I'}{n} = \frac{0{,}46824 \times 31{,}55^{1{,}5232} \times 10^{-40}}{5} = 17{,}8 \times 10^{-40}\ g\,cm^2$$

donde

$$I_A\, I_B\, I_C = \left(\frac{I'}{n}\right)^3 = 5600 \times 10^{-120}\ g^3\ cm^6$$

e

$$\sqrt{I_A\, I_B\, I_C} = 74 \times 10^{-60}\ g^{\frac{3}{2}}\ cm^3$$

7 — Produto dos momentos principais de inércia de OH_2, molécula angular simétrica, fortemente polar e com um elipsoide central de inércia.

E' $k = 1$, e temos:

$1 \times H$ com H		1,0
$1 \times O$ com H_2	$\dfrac{\left(\frac{16}{2}\right)^{\frac{1}{3{,}0464}} \times 2}{1{,}39}$	$= 2{,}8$
$n = 2$ pares de grupos	Massa reactiva:	$M = 3{,}8$ g

Logo,

$$\sqrt[3]{I_A\, I_B\, I_C} = \frac{I'}{n} = \frac{0{,}46824 \times 3{,}8^{1{,}5232} \times 10^{-40}}{2}\ g\,cm^2 = 1{,}79 \times 10^{-40}\ g\,cm^2$$

donde

$$I_A\ I_B\ I_C = 5{,}75 \times 10^{-120}\ g^3\ cm^6$$

e é

$$\sqrt{I_A\, I_B\, I_C} = 2{,}40 \times 10^{-60}\ g^{\frac{3}{2}}\ cm^3$$

8 — Benzeno, $C_6\,H_6$.

O factor de homeosteria é $k = 1$. A valência electrodinâmica é $z = 1$ para todas as ligações. Deste modo, temos:

$6 \times H$ com $C_6\,H_5$	$6 \times 77^{\frac{1}{3{,}0464}}$ g =	24,9 g
$6 \times C_3H_3$ com $C_3\,H_3$	$6 \times 39{,}0$ g =	234,0 g
$n = 12$ ligações	Massa reactiva: $M =$	258,9 g

Portanto,

$$\sqrt[3]{I_A\, I_B\, I_C} = \frac{I'}{n} = \frac{0{,}46824 \times 258{,}9^{1{,}5232} \times 10^{-40}}{12}\ g\ cm^2 = 186 \times 10^{-40}\ g\ cm^2$$

donde

$$I_A\ I_B\ I_C = 6{,}44 \times 10^{-444}\ g^3\ cm^6$$

Como, para a molécula de benzeno, é

$$I_C = 2\ I_A = 2\ I_B$$

obtêm-se os valores dos seguintes momentos principais de inércia da molécula de benzeno:

$$I_C = 295{,}3 \times 10^{-40}\ g\ cm^2$$

$$I_A = I_B = 147{,}6 \times 10^{-40}\ g\ cm^2$$

9 — Estireno (stireno, vinil-benzeno), $C_6 H_5 - CH = CH_2$:

Para a molécula de estireno, temos:

$5 \times$ H com $C_8 H_7$	$5 \times 103^{\frac{1}{3,0464}}$	$= 22,9$
$3 \times$ H com $C_8 H_7$ (*Vid.* secção 6)	$3 \times 2,5^{\frac{1}{1,5232}} \times 103^{\frac{1}{3,0464}}$	$= 25,6$
$5 \times C_4 H_4$ com $C_4 H_4$ (*Vid.* secção 8)	5×52	$= 260,0$
$1 \times C_4 H_4$ com $C_4 H_4$	$1,5^{\frac{1}{1,5232}} \times 52$	$= 68,0$
$1 \times C_6 H_5$ com $C_2 H_3$	$5^{\frac{1}{1,5232}} \times \left(\frac{77}{27}\right)^{\frac{1}{3,0464}} \times 27$	$= 110,0$
$1 \times C_7 H_6$ com $C H_2$	$\dfrac{\left(\frac{90}{14}\right)^{\frac{1}{3,0464}} \times 14}{1,39}$	$= 18,6$
$n = 16$ ligações	Massa reactiva: $M =$	$505,1$

logo

$$\bar{I} = \sqrt[3]{I_A I_B I_C} = \frac{I'}{n} = \frac{0,46824 \times 505,1^{1,5232} \times 10^{-40}}{16} \text{ g cm}^2 = 386 \times 10^{-40} \text{ g cm}^2$$

e

$$\sqrt{I_A I_B I_C} = 7,58 \times 10^{-57} \text{ U. C. G. S.}$$

RESUMO

Tendo por base o conceito de homeosteria (*Técnica* n.º 312), e utilizando constantes fundamentais (universais), deduzimos novas constantes fundamentais, fórmulas, equações e outras expressões pelas quais se podem calcular as frequências de vibração, as distâncias de equilíbrio interpartículas, os produtos dos momentos principais de inércia e os momentos de inércia de núcleos, átomos, radicais livres, iões e moléculas (quaisquer) pelo simples conhecimento dos tipos de ligações e das massas.

SUMMARY

New *formulæ*, equations, fundamental (universal) constants and other expressions are deduced from the homeostery concept (*Técnica* n.er 312) for the theoretical development, and presented to be used in the calculations of the moments of inertia, interparticles separations and equilibrium vibration frequencies of all kinds of particles, by the very simple knowledge of the bond types and masses.

C. D. U. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 94 °/₀ dos totais do País.*

I — Breve nota mensal

No aspecto hidrológico, o mês de Agosto apresentou-se acima da média especialmente na zona Centro por efeito das elevadas afluências ao aproveitamento de Belver resultantes da regularização do rio Tejo em Espanha.

II — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1963	1964	Variação °/₀
Produção hidráulica (P_h) . . .	299,1	32,13	+ 7
Produção térmica (P_t)	29,4	23,4	— 20
Produção total (P_T)	328,5	344,7	+ 5
Exportações (Ex)	14,1	0,1 (6)	— 99
Importações (I)	0,0	0,1 (6)	—
Consumo em bombagem (Cb)(1)	—	—	—
Produção para consumos não perman. (P_{cnp}) (2)	49,2	59,3	+ 21
Produção para consumos permanentes (P_{cp}) (3)	265,2	285,4	+ 7,6 (4)
Coeficiente de hidraulicidade	0,77	1,20	—

b) Acumulados desde 1 de Janeiro

	1963	1964	Variação °/₀
Produção hidráulica (P_h) . . .	2656,8	2934,6	+ 10
Produção térmica (P_t)	66,7	82,8	+ 24
Produção total (P_T)	2723,5	3017,4	+ 11
Exportações (Ex)	46,9	36,5 (6)	+ 22
Importações (I)	0,1	0,1 (6)	— 0
Consumo em bombagem (Cb)(1)	—	—	—
Produção para consumo não perman. (P_{cnp}) (2)	549,1	621,7	+ 13
Produção para consumos permanentes (P_{cp}) (3)	2127,6	2359,3	+10,9 (4)
Coeficiente de hidraulicidade	1,42	1,12	—

NOTAS

(1) Energia consumida em bombagem para armazenamento na Albufeira do Alto Rabagão.

(2) Consideram-se consumos não permanentes os indicados em 4.2.

(3) A produção para consumos permanentes (P_{CP}) é determinada pela seguinte expressão: $P_{CP} = P_T - P_{cnp} + I - E_X$

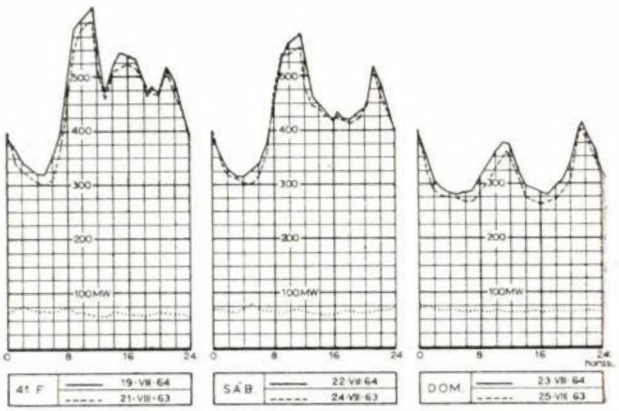
(4) O aumento percentual de produção para consumos permanentes, tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais, é respectivamente de 8,8 °/₀ e 10,5 °/₀.

(6) Valor sujeito a correcção.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

			4.ª feira: 1963	4.ª feira: 1964
Produção hidráulica		(P_h) MWh	10 952	12 318
Produção térmica		(P_t) MWh	0	1100
Produção total		(P_T) MWh	10 952	11 418
Trocas com Espanha	Export.	(Ex) MWh	0	0
	Import.	(I) MWh	0	0
TOTAL		$P_T + (I - E_X)$ MWh	10 952	1 1418
Prod. para cons. perm.		(P_{cp}) MWh	9845	10 028
Prod. para cons. não perm.		(P_{cnp}) MWh	1467	1390
Características dos diagramas	$P_T + (I - E_X)$	Potência máx. MW	602	630
		Potência mín. MW	298	319
		Utiliz. da ponta horas	18,2	18,1
		Factor de carga	0,76	0,76
	P_{cp}	Potência máx. MW	542	573
		Potência mín. MW	227	251
		Utiliz. da ponta horas	17,5	17,5
		Factor de carga	0,73	0,73

AGOSTO



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras

Albufeiras:	No fim do mês: GWh	No fim do mês: °/₀ (1)
Alto Rabagão	199,5	20,5
Paradela	101,1	45,4
Venda Nova	39,0	30 5
Salamonde	21,2	76,8
Caniçada	19,2	58,0
Vilar	—	—
Cabril	124,1	36,6
Castelo do Bode	109,4	67,1
Guilhofrei	5,7	68,7
Lagoa Comprida	13,3 (2)	34,0
Santa Luzia	35,0	56,8
Pracana	6,8	52,7
Póvoa	5,3 (3)	47,1
Total — com A. Rabagão . . .	679,6	—
Total — sem A. Rabagão . . .	480,1	46,0

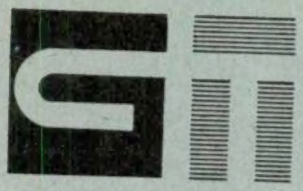
Notas:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

(2) Inclui 3,3 GWh armazenados em Vale do Rossim no início do mês e 3,3 GWh no fim do mês.

(3) Inclui 1,9 GWh armazenados no açude do Poio no início do mês e 0,4 GWh no fim do mês.

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, LDA.



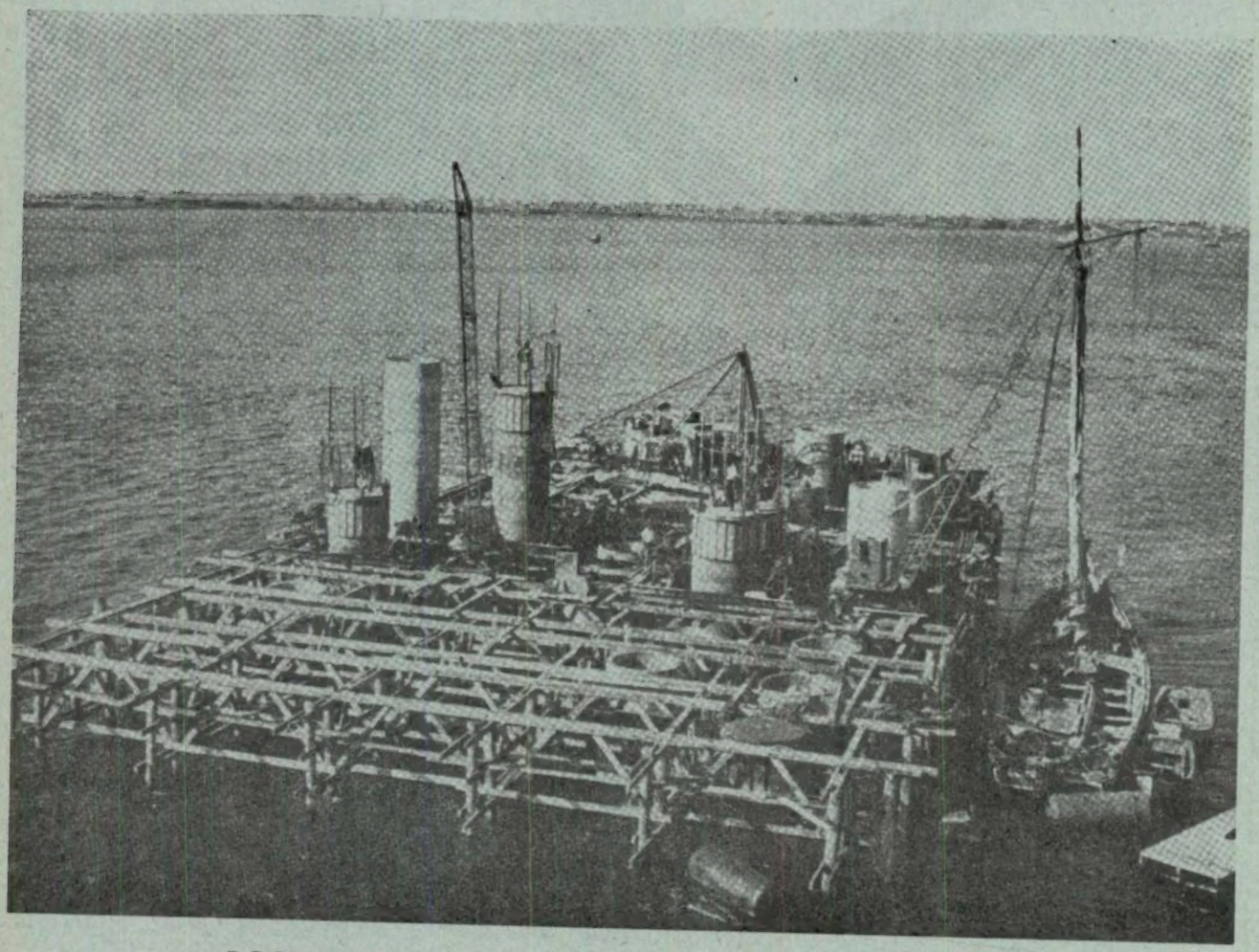
PRAÇA DO MUNICÍPIO, 13 - 3.º - LISBOA - 2

TEL. 36 65 06

SONDAGENS • FUNDAÇÕES • TRABALHOS MARÍTIMOS

PONTES E ESTRUTURAS

CIDLA — COMBUSTÍVEIS INDUSTRIAIS E DOMESTICOS — S.A.R.L.



POSTO DE ACOSTAGEM PARA NAVIOS DE 5000 t.

EM CONSTRUÇÃO NO

ROSAIRINHO DA MOITA

Projecto e Execução de CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, LDA.

2 HORAS DE MARCHA GRATUITA POR DIA

Eis o benefício oferecido pelo Motor **MAGIC** * que permite simultâneamente uma economia de consumo e um ganho de potência.

O Motor **MAGIC** * equipa toda a gama **BERLIET** desde os veículos de estrada aos todo-o-terreno.

Versões policarburantes

* Sistema M

berliet-tramagal

METALÚRGICA DUARTE FERREIRA, S. A. R. L.

C. D. U. 624.138.2

RÁPIDA DETERMINAÇÃO DAS CONDIÇÕES ÓPTIMAS DE COMPACTAÇÃO DOS SOLOS E SEU CONTROLE EM OBRAS DE TERRA

POR J. M. RESSURREIÇÃO NETO
Engenheiro Especialista do
Laboratório Nacional de Engenharia Civil

RESUMO

No presente trabalho descreve-se uma nova técnica de ensaio, a qual permite determinar as condições óptimas de colocação dos solos em obras de terra, no que se refere a teor de humidade, e efectuar ainda um rápido controle da compactação relativa.

Na técnica agora apresentada, foi posto de parte o clássico conceito de *teor de humidade óptimo* o qual foi substituído pelo de *resistividade óptima de compactação* cuja rápida determinação permite realizar extraordinárias simplificações relativamente aos métodos presentemente usados no estudo e controle da compactação dos solos.

A resistividade óptima de compactação é obtida com base na determinação experimental, «in situ», da resistividade de saturação do solo, o que torna possível introduzir inúmeros parâmetros, respeitantes às características do terreno, que de outro modo não poderiam ser fàcilmente considerados no equacionamento do problema a resolver.

A precisão dos resultados, a simplicidade e rapidez de aplicação, e ainda o baixo custo do equipamento eléctrico empregado, traduzem incontestáveis vantagens da técnica exposta.

NOTAÇÃO USADA

γ — peso específico aparente do solo húmido

γ_e — peso específico do solo húmido equivalente ao óptimo de *Proctor*

γ'_e — peso específico húmido de colocação do solo

γ_s — peso específico aparente do solo seco

γ'_s — máximo peso específico seco obtido num ensaio de *Proctor Normal*

γ_{s1} — máximo peso específico seco correspondente à compactação pesada

w — teor de humidade do solo

p — peso de determinado volume de solo húmido

p_s — peso de material sólido contido em p

ρ — resistividade eléctrica do terreno em Ω.m (ohms $\times$ metro)

ρ_s — resistividade de saturação do solo

ρ_e — resistividade óptima de compactação correspondente ao *Proctor Normal*

ρ'_e — resistividade eléctrica do terreno natural e compactado

ρ_{e1} — resistividade óptima de compactação pesada

k — constante geométrica do molde de compactação (*Proctor Eléctrico*)

k' — constante geométrica

K — constante geoeléctrica de compactação normal $\left(K = \frac{\rho_e}{\rho_s}\right)$

K' — constante geoeléctrica de compactação pesada $\left(K' = \frac{\rho_{e1}}{\rho_s}\right)$

Q — peso de argila (partículas inferiores a 5 μ) contido na unidade de peso do material sólido a compactar

R — resistência que determinada amostra de solo opõe à passagem da corrente eléctrica

C — condutibilidade eléctrica do solo

C_r — compactação do solo relativamente aos ensaios de *Proctor*

S — salinidade da água expressa em gramas de (Cl Na) por litro de solução

N_p — número de pancadas aplicadas num ensaio de compactação semelhante a um ensaio de *Proctor Normal*

I — intensidade da corrente eléctrica que mantém o campo de potenciais

Δ_v — diferença de potencial verificada entre os eléctrodos de potencial M e N, como consequência da passagem de uma corrente de intensidade I entre os eléctrodos de corrente A e B

L — comprimento de determinada amostra de solo

S_a — secção de determinada amostra de solo

σ_1, σ_2 e σ_3 — tensões principais

1 — INTRODUÇÃO

A compactação consiste num melhor arranjo das partículas que constituem o solo, e traduz-se fundamentalmente por um aumento do peso específico aparente do material, como con sequência de uma redução do índice de vazios-

Nos casos correntes da prática, a compactação. é realizada por apiloamento, cilindragem ou vibração, tratamentos esses que permitem melhorar as características físicas do material, tendo em vista a realização de obras de terra. Uma conveniente compactação confere ao solo um aumento de peso específico, uma maior resistência ao corte, ao mesmo tempo que reduz a fluência, a permeabilidade, a capacidade de absorção de água, características essas sempre desejáveis na realização de qualquer obra de terra.

Na avaliação do estado de compactação dos solos é costume tomar como termo de comparação o seu peso específico aparente seco (γ_s), o qual é dado pela relação,

$$\gamma_s = \frac{\gamma}{1 + \frac{w}{100}} \qquad (1)$$

em que

γ — peso específico aparente do solo húmido

w — teor de humidade do solo, definido pela relação (2)

$$w = \frac{p - p_s}{p_s} \cdot 100 \qquad (2)$$

em que

p — peso de determinado volume de solo húmido

p_s — peso de material sólido contido em p

Deste modo, o cálculo de γ_s fica dependente dos valores de γ e w os quais são determinados experimentalmente.

O método correntemente usado para verificar o grau de compactação alcançado em determinada obra de terra, consiste em determinar o peso específico seco do solo, existente «in situ», e compará-lo com o máximo peso específico seco (γ'_s) que é possível obter num ensaio de compactação devidamente normalizado.

Os valores de γ_s «in situ» calculam-se a partir do conhecimento do peso do solo retirado de um pequeno furo aberto no terreno compactado, cujo correspondente volume se determina pelo seu enchimento com areia fina, ou óleo, contido num balão de borracha, exibindo elevada flexibilidade, de forma a ajustar-se perfeitamente às condições de contorno. Deste modo se obtém o valor do peso específico húmido (γ), o qual permite calcular γ_s, através da expressão (1), uma vez conhecido o teor de humidade do solo colocado em obra.

O peso específico seco (γ'_s), tomado como termo de comparação, obtém-se compactando, com diferentes teores de humidade, algumas amostras de solo num molde cilíndrico [1] de dimensões normalizadas. A compactação é efectuada por apiloamento utilizando uma energia bem determinada.

Realizando ensaios de compactação sobre várias amostras do solo com diferentes teores de humidade, fácil se torna determinar, em cada caso, os valores de γ, a partir do conhecimento do volume do molde e do peso do terreno nele contido. Os valores de γ_s são então obtidos através da aplicação da expressão (1), para o que se torna indispensável proceder à determinação dos teores de humidade das diferentes amostras do solo compactado.

Fixando a energia de compactação, é então possível traçar a curva de variação do peso específico do material seco (γ_s) em função do teor de humidade utilizado em cada ensaio. A partir de tal curva constata-se a existência de um *teor de humidade óptimo* ao qual corresponde um máximo de γ_s e que anteriormente designamos por γ'_s.

---

[1] O molde tem um diâmetro de 102 mm e uma altura de 117 mm. A compactação é realizada sobre 3 camadas iguais e distintas, aplicando sobre cada uma delas 25 pancadas por intermédio de um pilão cilíndrico de 51 mm de diâmetro, pesando 2500 g, caindo de uma altura de 30 cm. Neste caso o ensaio designa-se por *Proctor Normal*.

Realizando vários ensaios deste tipo, e variando o parâmetro *energia de compactação* (1), poderemos obter uma família de curvas tal como se apresenta na fig. 1. À medida que a energia de compactação vai aumentando, os máximos de

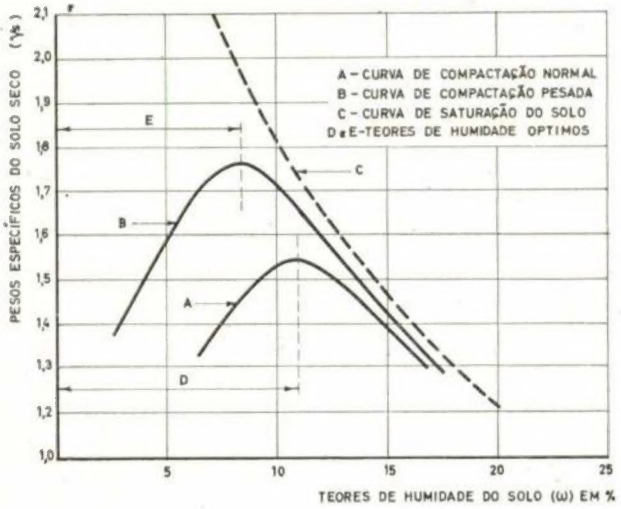


Fig. 1 — Família de curvas correspondente a vários ensaios de compactação.

$\gamma_s = f$ (w) correspondem a teores de humidade cada vez mais baixos.

A envolvente à direita da família de curvas $\gamma_s = f$ (w) é normalmente designada por *curva de saturação*.

O estudo da compactação de determinado solo consiste em averiguar qual o teor de humidade óptimo que, para determinada energia de compactação, conduz a um máximo peso específico seco (γ'_s), valor esse que, de acordo com as técnicas correntemente usadas, poderá ser deduzido do traçado de uma das curvas de *Proctor* apresentadas na fig. 1.

O controle da compactação consiste fundamentalmente em verificar se os pesos específicos secos, correspondentes ao solo «in situ» divergem dos que se obtêm através de um ensaio de *Proctor* normalizado. Tal controle é realizado através da verificação da relação $C_r = \gamma_s/\gamma'_s \times 100$, em que C_r se designa por *compactação relativa*.

(1) Além do ensaio *Proctor Normal*, utiliza-se ainda o *Proctor Modificado* correspondente à compactação pesada. Neste caso, o solo húmido é compactado num molde do tipo anteriormente referido, sendo disposto em 5 camadas distintas, aplicando em cada uma delas 25 pancadas com um pilão de 51 mm de diâmetro, pesando 4540 g e caindo de uma altura de 45 cm.

2 — INCONVENIENTES DO MÉTODO CLÁSSICO

O método anteriormente referido, não obstante o seu aparente rigor teórico, reveste-se de tais inconvenientes que por vezes o tornam de difícil aplicação na maioria dos casos correntes da prática.

Em tal técnica de trabalho, os pesos específicos são determinados durante a realização da obra, onde normalmente se deveria proceder a um controle da compactação, após a execução de cada camada.

Deste modo nem sempre se dispõe de tempo suficiente para verificar se determinada camada está ou não bem compactada, para poder aplicar a seguinte, pois as determinações rigorosas do teor de humidade exigem uma secagem, em estufa a 105° C, até obter peso constante. Por tal motivo, os resultados obtidos, por esta via, apresentam um interesse um tanto ou quanto académico, visto serem conhecidos numa altura em que o construtor já não pode alterar os seus métodos de trabalho, sem correr o risco de inutilizar ou demolir uma parte da obra realizada.

Perante tais dificuldades os construtores raramente procedem a um prévio controle do teor de humidade dos solos a colocar em obra, sendo frequente a realização de uma correcção do teor de humidade baseada na simples observação das terras por um operário mais ou menos experimentado em trabalhos desta natureza.

Para obviar a tal inconveniente têm sido estudados e empregados métodos mais rápidos para obtenção dos teores de humidade do solo, entre os quais se citam o do álcool e o do carboneto de cálcio por se terem apresentado como mais vantajosos.

O método do álcool consiste em queimar este produto juntamente com o solo em estudo até obter uma secagem tão completa quanto possível. Os resultados obtidos por esta via são pouco precisos, como consequência de alguns constituintes do solo poderem perder água de hidratação, existência de substâncias voláteis, matéria orgânica, adição de água ao terreno incorporada no próprio álcool, etc., etc.

Outro método correntemente usado consiste em tratar determinada quantidade de solo húmido com carboneto de cálcio em excesso. O carboneto de cálcio ao reagir com a água existente no solo,

em recipiente hermèticamente fechado, produz acetileno, o qual é titulado em função de pressão obtida, pressão essa que nos dá indicações mais ou menos aproximadas sobre o teor de humidade de solo ([1]). A aplicação deste método ainda é relativamente morosa e só é válida para materiais pulverulentos, pois no caso dos materiais argilosos, contendo elevadas quantidades de água adsorvida, não é possível obter resultados satisfatórios.

Daqui resulta a necessidade de desenvolver técnicas expeditas, para estudo e controle da compactação dos solos, mesmo que para tal haja que sacrificar ligeiramente a precisão dos resultados. Num grande número de obras de terra, tal como acontece com as terraplenagens a efectuar ao longo do traçado de uma grande rodovia, é quase sempre impraticável a determinação prévia e laboratorial das condições óptimas de compactação, no que se refere ao teor de humidade do solo a utilizar. Por vezes, a heterogeneidade dos terrenos, aliada às elevadas velocidades de execução dos trabalhos, como consequência da utilização de equipamentos mecânicos cada vez mais eficientes, atinge proporções tais que só uma determinação imediata e «in situ», das condições óptimas de compactação no que se refere a teor de humidade, poderá apresentar algum interesse de carácter prático.

A técnica que nos propomos apresentar, fundamenta-se na medição do teor de humidade do solo em função da sua resistividade eléctrica. No entanto, no decurso de alguns ensaios realizados, constatou-se a viabilidade técnica de estudar e controlar a compactação dos solos, sem que para tal haja necessidade de conhecer o teor de humidade de colocação.

Toda a evolução da técnica agora exposta bem como os resultados a que a mesma conduz, foram controlados, a par e passo, através dos métodos normalizados.

3 — FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA TÉCNICA APRESENTADA

A medição do teor de humidade dos materiais em função da sua condutibilidade eléctrica tem sido tentada por diversos investigadores ([2]).

O princípio adoptado é bastante conhecido e apresenta, à primeira vista, grandes possibilidades, quer no que se refere a medições laboratoriais, quer «in situ». No entanto, os méritos reclamados pelos defensores de tais métodos nem sempre se verificam, ou não satisfazem inteiramente nos casos correntes da aplicação prática.

Nos trabalhos até aqui apresentados, quer se trate de uma simples medição de condutibilidade eléctrica efectuada sobre o material a ensaiar, ou de uma forma de observação mais ou menos indirecta, através dos chamados blocos de absorção, tem-se feito uso da medição directa de resistências *Ohmicas*.

A medição rigorosa da resistência eléctrica de uma amostra de determinado material, e em especial quando se trata de um solo, é uma operação bastante delicada e por vezes difícil de executar. A elevada gama de valores a observar, as dificuldades provenientes de fenómenos de polarização, resistências de contacto dos eléctrodos com o material em estudo, geometria da montagem adoptada, forma e dimensões dos eléctrodos, variações da resistência do circuito de medida com a temperatura, etc., etc., constituem outras tantas causas de erro por vezes difíceis de controlar.

Uma montagem destinada a realizar medições de teor de humidade de solos através do controle da sua resistência eléctrica, independentemente dos inconvenientes anteriormente referidos, só funciona regularmente para espaços de tempo relativamente curtos, sendo de supor que tal facto tenha induzido em erros alguns investigadores, ao depositarem em tal técnica as suas melhores esperanças. As curvas $W = f\ (R)$, em que W representa o teor de humidade e R a resistência eléctrica de uma amostra de determinado solo, apresentam-se sempre contínuas, embora os valores de R decresçam muito ràpidamente, à medida que o teor de humidade aumenta, para se tornarem pràticamente constantes nas proximidades da saturação do solo. A maior dificuldade de tais técnicas não reside no princípio utilizado mas sim nos métodos de medida adoptados. Nas medições a longo prazo, as variações volumétricas dos materiais, provenientes da alteração do seu estado higrométrico, modificam as resistências eléctricas de contacto dos eléctrodos com a amostra, as quais podem ainda ser agravadas

---

([1]) $C_2Ca + 2\,H_2O \rightarrow Ca\,(OH)_2 + C_2H_2 \nearrow$

([2]) Croney, D., Coleman, J. D. and Currer, E.W.H. (1951). The Electrical Resistance Method of Measuring Soil Moisture. Brit. J. Appl. Phys., 2,85. etc. etc.

por uma eventual oxidação do material dos próprios eléctrodos, etc. Por outro lado, a aferição das montagens utilizadas não é fácil de realizar, ficando os resultados obtidos dependentes da forma e dimensões da amostra ensaiada, da tensão de medida, da geometria dos eléctrodos empregados, da temperatura dos cabos condutores, etc., não sendo, por conseguinte, válida a comparação de resultados observados com montagens diferentes.

Pelas razões expostas, embora estas sejam, na sua maioria, independentes do princípio adoptado, o método de medição do teor de humidade dos solos, baseado na simples medição da resistência eléctrica de amostras, não tem alcançado notáveis progressos de forma a obter uma generalizada utilização.

A maioria dos inconvenientes anteriormente referidos podem ser na sua maior parte removidos através de uma simples mudança da característica física a observar, permanecendo inalterável o princípio adoptado. Assim, se as medições da resistência eléctrica dos materiais a observar forem substituídas por medições de resistência específica (resistividade), podem ser obtidas extraordinárias vantagens de ordem prática a que adiante faremos referência. (1)

A resistividade eléctrica de determinado mateterial pode definir-se matemàticamente pela relação,

$$\rho = \frac{R.S_a}{L} \qquad (2)$$

em que

R — resistência eléctrica da amostra (Ω)
S_a — secção de determinada amostra de material, expressa em (m^2)
L — comprimento da amostra em (m)
ρ — resistividade eléctrica do material expressa em Ohm × metro (Ω.m).

A condutibilidade eléctrica dos materiais não metálicos processa-se quase exclusivamente por via iónica, resultando daí uma estreita relação entre este parâmetro e o respectivo teor de humidade.

A resistividade eléctrica (ρ), de determinado material, está relacionada com a condutibilidade C, pela relação $\rho = 1/C$, e é fìsicamente definida pela resistência *Ohmica* que uma amostra cúbica, de aresta unitária, opõe à passagem da corrente eléctrica.

No caso dos solos, a sua resistividade eléctrica varia entre 2 a 3Ω.m, até valores superiores a 100 000 Ω.m, o que denota uma elevada precisão do método, pelo menos para teores de humidade não muito próximos da saturação (fig. 2).

Sob o ponto de vista da física molecular, a condutibilidade da corrente eléctrica através dum solo a 3 fases, efectua-se por dois processos distintos: condutibilidade electrónica e electrolítica (1). Enquanto a primeira, idêntica à condutibilidade dos metais, é devida ao movimento dos electrões livres, a segunda resulta do transporte dos iões contidos nos electrólitos da fase líquida do solo. De uma maneira geral, a condutibilidade eléctrica do solo processa-se quase exclusivamente através da fase líquida, pois a maioria dos materiais que na natureza constituem a fase sólida dos terrenos, apresentam uma condutibilidade eléctrica pràticamente nula quando isentos de humidade. Mesmo naqueles casos em que os solos são constituídos por elevada percentagem de ferro, tal como acontece com as *laterites*, onde o teor daquele metal chega a atingir 30 %, apresentam, após a secagem em estufa, uma condutibilidade eléctrica pràticamente nula.

A fase líquida desempenha sempre um papel predominante no condicionamento da condutibilidade total, quer favorecendo o contacto eléctrico entre as partículas do solo, pelo preenchimento dos vazios, quer conduzindo directamente a corrente eléctrica através dos electrólitos que contém. Deste modo a resistividade eléctrica do conjunto é altamente influenciada pela quantidade de água (livre, de capilaridade e adsorvida) existente no solo e pela sua natureza química. A fase gasosa considera-se para o efeito como isolante,

(1) Moisture content in earth structures : Its determination «in situ», 15-Bulletin-Rilem, Juin-1962. Teor de humidade dos maciços terrosos. Sua determinação «in situ», por J. M. Ressurreição Neto. Revista «Técnica», n.º 299, pág. 283 a 295 — 1960.

(1) Em casos muito especiais poderá ainda verificar-se uma condutibilidade dieléctrica (corrente de deslocamento).

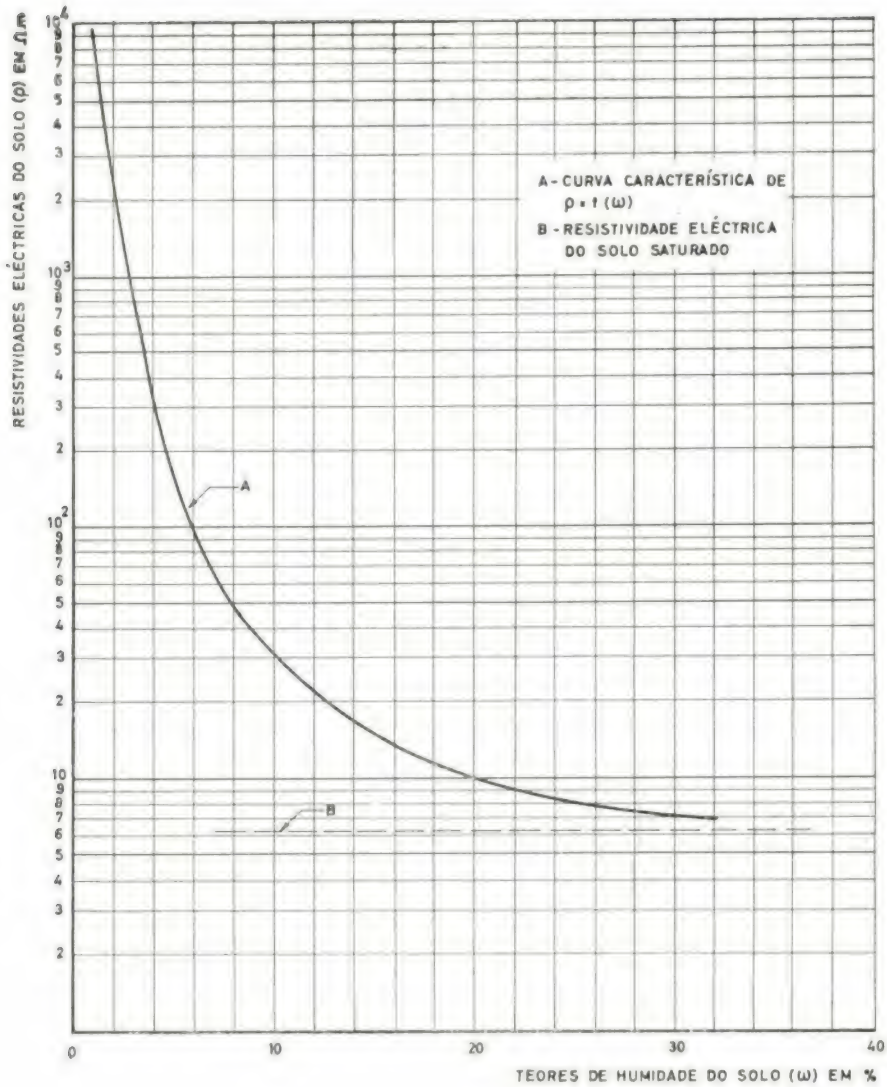


Fig. 2 — Resistividade eléctrica de um solo em função do teor de humidade.

O comportamento dos solos, sob o ponto de vista da sua resistividade eléctrica, depende ainda da forma sob a qual se encontra a água que constitui a fase líquida. Uma areia contendo materiais pouco solúveis e em que a fase líquida é constituída exclusivamente por água livre, exibirá uma resistividade eléctrica sempre superior à da própria água, mesmo para teores de humidade superiores à saturação. Em contrapartida determinadas argilas, retendo elevadas quantidades de água adsorvida, poderão exibir uma resistividade eléctrica inferior à da água livre contida nos poros do material.

Além da salinidade das águas, outros parâmetros podem influenciar os valores da resistividade eléctrica dos terrenos, entre os quais citaremos as variações de temperatura, o estado de maior ou menor compactação do solo, as heterogeneidades do material, etc.

A salinidade (fig. 3), só desempenha um papel de grande relevo, no condicionamento da resistividade eléctrica da água, na zona das baixas concentrações iónicas. A resistividade de uma água destilada existente no mercado, exibindo valores da ordem dos 4500 a 5000 Ω.m, pode baixar ràpidamente para 700 ou 800 Ω.m se não forem tomadas precauções especiais no que se refere à natureza do recipiente. De igual modo as àguas relativamente puras, especialmente as das chuvas, ao entrarem em contacto com o solo saturam-se ràpidamente dos sais solúveis existentes na região, sendo improvável que se possa

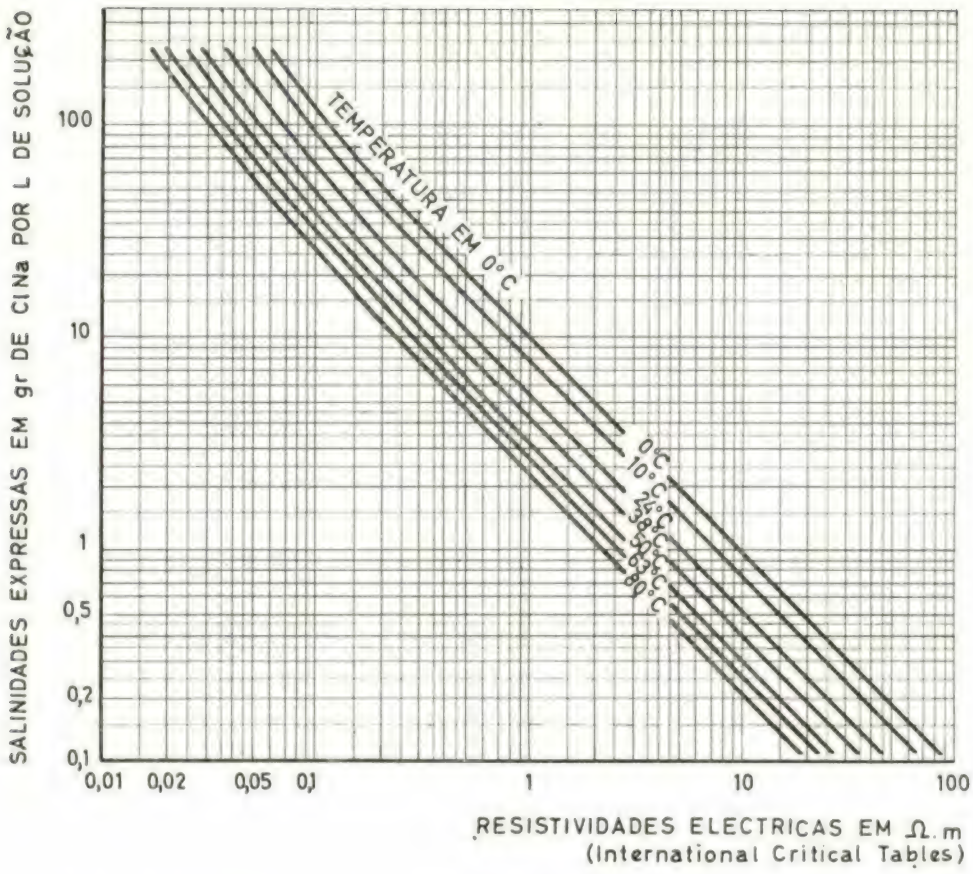


Fig. 3 — Resistividade eléctrica da água em função da salinidade e da temperatura.

observar, a curto prazo, uma alteração sensível da resistividade eléctrica como consequência da variação da salinidade do meio (1). No caso de se vir a processar qualquer alteração, esta só será sensível numa zona bastante limitada junto da superfície do terreno. Mesmo para pequenas profundidades poderá afirmar-se que a resistividade não varia a curto prazo, a não ser em condições muito especiais. Para solos contendo elevadas concentrações de sais ionizados, uma pequena variação da concentração iónica pouca influência pode ter no valor da resistividade eléctrica, tal como se poderá constatar através do gráfico apresentado na fig. 3.

No que se refere a variações de temperatura, nota-se uma ligeira diminuição da resistividade eléctrica do solo em função deste parâmetro, variação essa mais sensível nos solos em que a fase líquida contém uma baixa concentração iónica. Tais variações só serão de considerar para pequenas profundidades e apresentam sempre carácter de regularidade, o que, em caso de necessidade, permitirá realizar correcções com bastante precisão.

O estado de maior ou menor compactação do solo, introduz ainda algumas variações na sua resistividade eléctrica; à medida que a compactação aumenta a resistividade eléctrica vai baixando de forma a tornar-se assintótica para os valores da compactação normalmente utilizados em obras de terra (fig. 4).

A determinação do teor de humidade de um solo, baseada em medições da sua resistividade eléctrica, é uma observação indirecta e, como tal, carece do estabelecimento de curvas de aferição prèviamente traçadas para cada tipo de terreno; o estabelecimento de tais curvas padrão apoia-se

(1) Adicionando a uma água destilada, com uma resistividade eléctrica da ordem dos 5000 Ω . m, 0,29 % de argila oligocénica, observa-se imediatamente uma descida da resistividade para 265 Ω . m.

na determinação directa dos teores de humidade do solo, adoptando as técnicas normalizadas da secagem em estufa.

A determinação da resistividade eléctrica de um solo (ρ), poderá ser realizada através da expressão (2), medindo a resistência eléctrica que uma amostra de forma geométrica bem definida (secção S_a e comprimento L) opõe à passagem da corrente. No entanto tal determinação não apresentaria qualquer vantagem técnica visto fazer apelo à medição de resistências eléctricas, com todos os inconvenientes anteriormente referidos. Por tal motivo, e para obviar a tais dificuldades, recorre-se à determinação dos valores da resistividade através da aplicação da teoria da distribuição dos potenciais eléctricos num meio contínuo, homogéneo e isótropo, sob o ponto de vista eléctrico, o qual é materializado pelo terreno a ensaiar.

Assim, se se fizer circular entre 2 pontos A e B de um sólido indefinido uma corrente de intensidade I (fig. 5), a diferença de potencial que resulta entre os pontos M e N, (colocados no alinhamento $\overline{AB}$ e satisfazendo à relação $\overline{AM} = \overline{MN} = \overline{NB} = a$ será dada pela relação,

$$\Delta_V = \frac{\rho I}{4 \pi a}$$

ou

$$\rho = 4 \pi a \frac{\Delta_V}{I} \qquad (3)$$

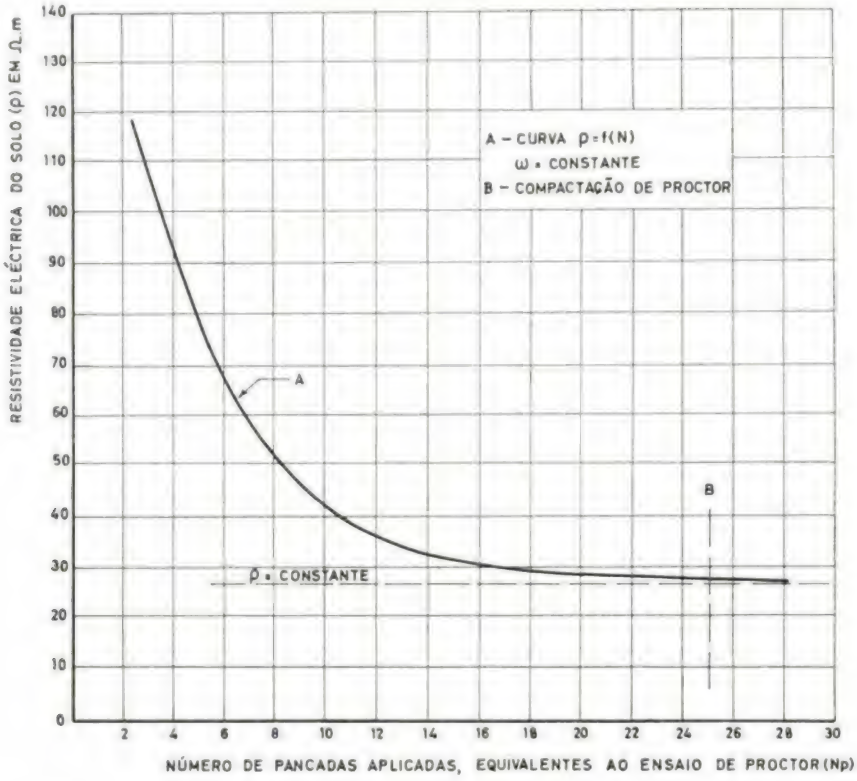


Fig. 4 — Resistividade eléctrica de um solo em função do seu estado de compactação.

em que

- ρ — resistividade eléctrica do meio
- I — intensidade da corrente que circula entre A e B
- Δ_V — diferença de potencial entre M e N
- a — constante geométrica da montagem adoptada

No caso de se tratar de um sólido semi-indefinido, (fig. 5a) a expressão (3) será substituída por,

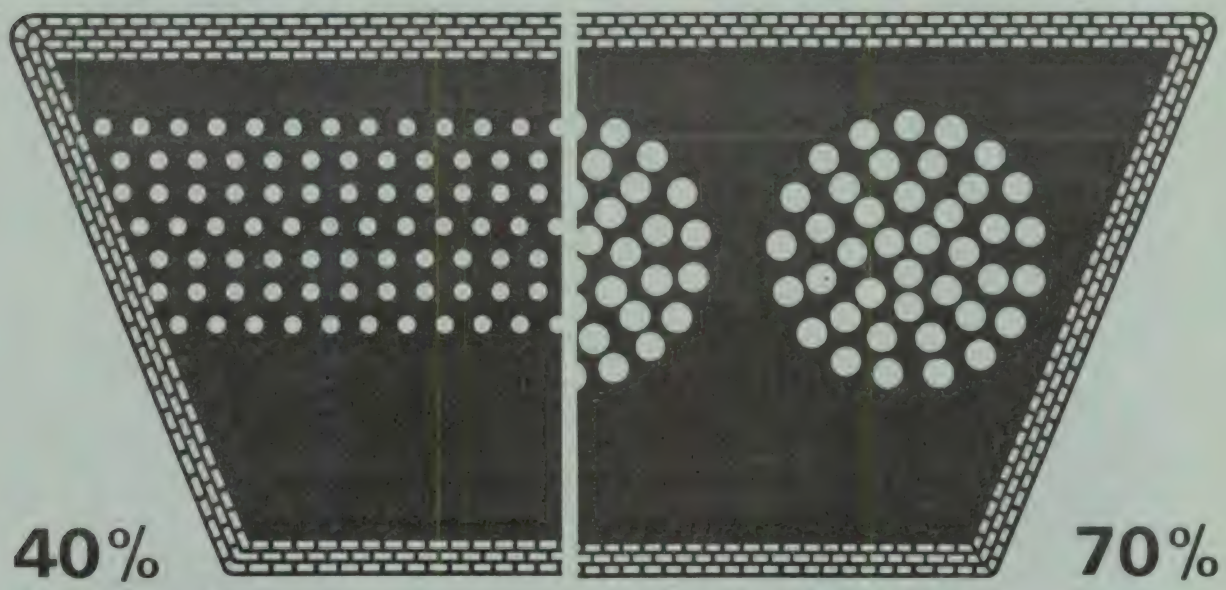
$$\rho = 2 \pi a \frac{\Delta_V}{I} \qquad (4)$$

Das expressões (3) e (4) deduz-se que os valores de Δ_V/I são directamente proporcionais à resistividade eléctrica do meio, pois o valor de a é

As Correias Trapezoidais TRELLEBORG High Power (HP) e Extra Power (XP) têm

40% e 70% maior capacidade

do que as nossas anteriores correias da qualidade standard!



O uso de novas fibras sintéticas e a mais avancada técnica no campo de borracha, tornaram possivel esta melhoria **sem aumento de preço.** Além disso todas as correias trapezoidais TRELLEBORG são:

- **resistentes a óleos**
- **resistentes às intempéries**
- **antiestáticas**

TRELLEBORG

TRELLEBORGS GUMMIFABRIKS AB • TRELLEBORG • SUECIA

GUMITECNA - Av. de Madrid, 2-D - LISBOA
Representante de
TRELLEBORGS GUMMIFABRIKS AB

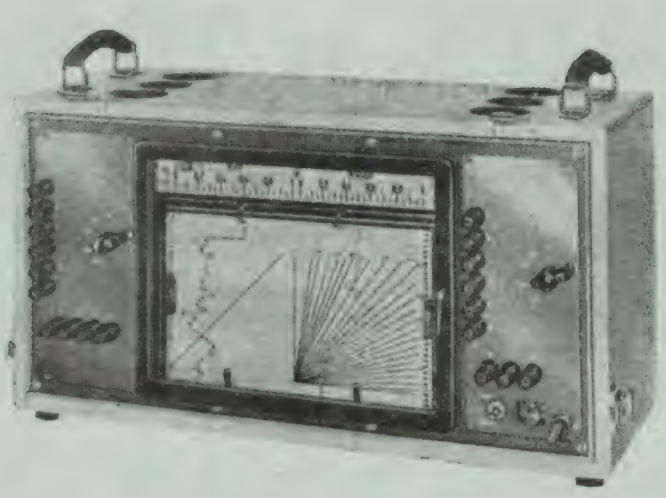
terá todo o prazer em vos enviar, grátis, o novo catálogo de Correias Trapezoidais.
Complete este cupão e remeta-o para a morada acima.

Nome: _____

Endereço: _____

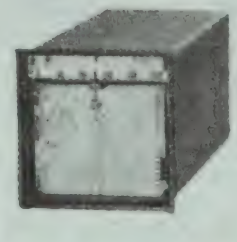
_____ T

METRAWATT



APARELHAGEM DE

- MEDIDA
- REGISTO
- CONTROL



Representantes exclusivos para PORTUGAL

ELECTRO TECNICOS

ELECTROTÉCNICOS REUNIDOS, L.DA

LISBOA

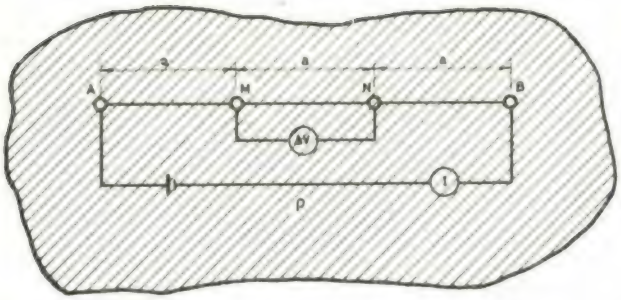


Fig. 5 — Esquema da posição relativa dos eléctrodos. Hipótese do sólido indefinido.

constante e traduz a geometria da montagem adoptada.

Nestas condições, para um material homogéneo, (ρ = const.) teremos que $\Delta_V = k'I$, o que permitirá efectuar medições de ρ independentemente das variações das resistências de contacto dos eléctrodos com o terreno. Uma eventual variação das resistências de contacto dos eléctrodos de corrente com o terreno, traduz-se sempre por semelhante modificação dos valores de Δ_V, mantendo-se a relação Δ_V/I = const. Se a referida variação se dá nos eléctrodos de potencial os valores resultantes para Δ_V não sofrem qualquer modificação, visto a medição da diferença de potencial poder ser realizada por um *método de zero*.

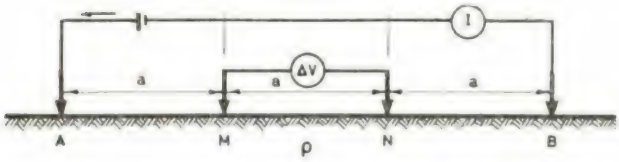


Fig. 5a — Esquema da posição relativa dos eléctrodos. Hipótese do sólido semi-indefinido.

Daqui resultam as seguintes vantagens de ordem prática no que se refere às medições da resistividade eléctrica:

1.° — Os resultados obtidos são independentes das resistências de contacto dos eléctrodos com o terreno.

2.° — As montagens adoptadas, uma vez conhecida a constante geométrica *a*, não carecem de qualquer aferição especial desde que, em face das suas dimensões, os contactos dos eléctrodos com o terreno possam ser considerados como pontuais.

3.° — Os resultados obtidos não dependem da resistência *Ohmica* do circuito de medida, pelo que poderão ser observados a distância.

Deverá notar-se que as expressões (3) e (4) foram deduzidas, respectivamente, para as hipóteses do sólido indefinido e semi-indefinido, considerando o caso teórico dos contactos dos eléctrodos com o terreno serem pontuais. Por tal motivo haverá que ter em consideração os valores de *a*, em face das dimensões dos eléctrodos impostos pela prática, bem como a finalidade a que a montagem se destina, no que se refere a condições limites. Se tais condições não forem satisfeitas com suficiente aproximação, os valores de ρ resultam afectados de uma constante a qual poderá ser determinada experimentalmente.

4 — MONTAGENS E APARELHAGEM DE MEDIDA

Na determinação da resistividade eléctrica dos solos, através das expressões (3) e (4), são utilizadas montagens especiais, contendo dois eléctrodos de corrente, correspondentes aos pontos *A* e *B*, e dois eléctrodos de potencial correspondentes aos pontos *M* e *N* (fig. 5). No caso de se pretender aplicar a expressão (3), a montagem é colocada no interior do terreno (por hipótese sólido indefinido) enquanto na aplicação da expressão (4) é colocada à superfície (sólido semi-indefinido), figs. 5 e 5a.

As medições de ΔV e I podem ser realizadas separadamente, através de milivoltímetros e miliamperímetros de alta sensibilidade, utilizando pilhas secas no fornecimento da corrente *I*. De igual modo poderão ser empregados aparelhos de tipo «Megger», os quais geram a corrente que alimenta o circuito *AB*, pois dispõem de gerador próprio, accionado manualmente por meio de uma manivela, e, por intermédio de uma construção adequada, medem directamente a relação $\Delta V/I$ considerada nas expressões (3) e (4).

Os aparelhos de medida, actualmente existentes no mercado, permitem efectuar determinações da resistividade eléctrica com uma precisão da ordem dos 3 e 4 %.

Para efectuar o estudo e controle de compactação, através da técnica que nos propomos desenvolver, faz-se uso de um molde de *Proctor* revestido interiormente com material isolante «*Perspex*» e dispondo de 4 anéis metálicos, funcionando como eléctrodos, ligados às respectivas tomadas

de corrente de forma a permitir efectuar as medições da resistividade eléctrica do solo, depois de compactado, segundo as normas de ensaio correntemente usadas (figs. 6 e 6a).

Para atender às condições de contorno, forma circular dos eléctrodos, etc., tornou-se indispensável proceder a uma determinação da constante

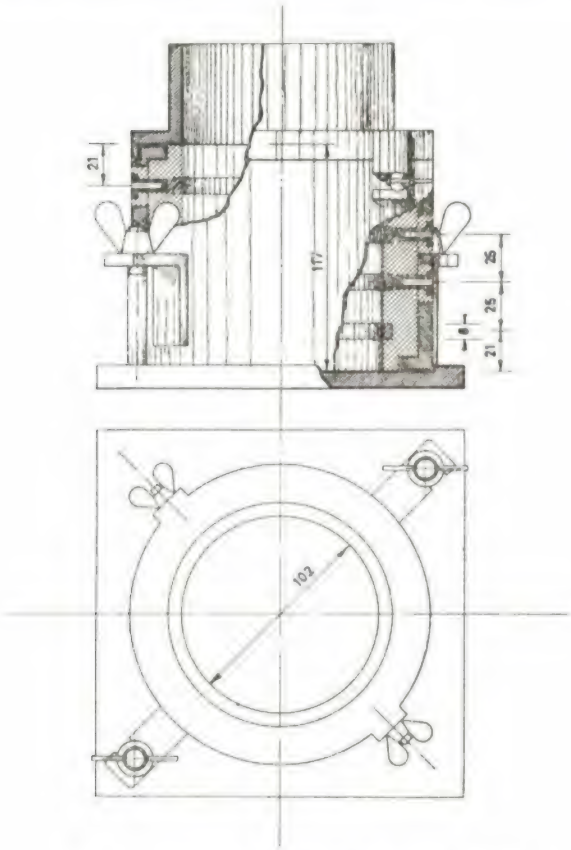


Fig. 6 — Esquema do molde de *Proctor Eléctrico* utilizado nos ensaios.

do molde, de forma a que os valores observados correspondessem à resistividade dos materiais em estudo. Para tal realizaram-se algumas medições sobre materiais considerados como homogéneos e cuja resistividade eléctrica foi controlada por outros métodos de medição [1]. Durante estes ensaios constatou-se a vantagem prática que resulta da utilização da água como material homogéneo, tendo sido determinada a constante $k = 0{,}186$ para as condições geométricas e de contorno apresentados na fig. 6.

[1] Montagem realizada com eléctrodos pontuais colocados à superfície e utilizando diversos aparelhos de medida, ou por intermédio de um equipamento especialmente construído pela «PHILLIPS» para a determinação da resistividade eléctrica de líquidos.

Neste caso a resistividade eléctrica do solo será dada pela expressão:

$$\rho = 0{,}186 \frac{\Delta V}{I} \ (\Omega.m) \qquad (5)$$

Utilizando um molde de *Proctor* do tipo anteriormente referido, tornou-se possível traçar curvas de aferição $\rho = f\ (w)$, para diferentes tipos

Fig. 6a — Fotografia do molde de *Proctor Eléctrico* utilizado nos ensaios.

de solos, procedendo à determinação dos teores de humidade a partir da tradicional técnica de secagem em estufa a 105° C até obter peso constante.

Por outro lado poderia ainda proceder-se ao controle da variação da resistividade eléctrica com o estado de maior ou menor compactação do solo, através de uma série de ensaios levados a efeito sobre diferentes tipos de terreno, mantendo constante o parâmetro teor de humidade (w).

Numa primeira fase dos estudos apenas se pretendeu desenvolver uma técnica que permitisse conhecer ràpidamente o teor de humidade do solo, uma vez traçada a sua curva de calibração $\rho = f\ (w)$. Posteriormente constatou-se

que, com uma montagem do tipo anteriormente referido e realizando algumas medições laboratoriais em paralelo com os ensaios normalizados de *Proctor*, poderia ser fàcilmente determinada a resistividade eléctrica equivalente ao óptimo teor de humidade de colocação do solo em obra, a que passaremos a chamar *resistividade óptima de compactação* (ρ_e), e que, fazendo uso deste parâmetro, o estudo e controle da compactação dos solos poderiam resultar bastante simplificados.

Tendo-se constatado que a resistividade eléctrica dos solos não varia com o parâmetro compactação, a partir de graus de compactação inferiores aos que normalmente são utilizados na

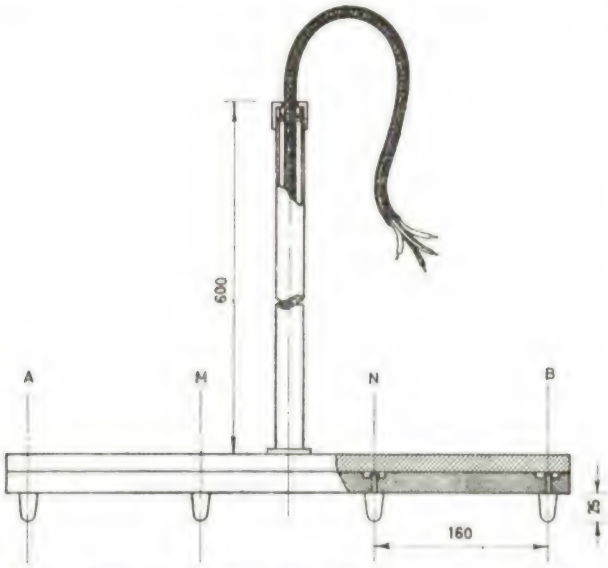


Fig. 7 — Esquema da montagem utilizada nas determinações da resistividade a partir da superfície do terreno.

execução de obras de terra, procedeu-se ao estudo e desenvolvimento de uma montagem que permitisse a determinação imediata da resistividade eléctrica dos solos colocados ao longo da obra, sem necessidade de proceder às compactações efectuadas no molde de *Proctor* anteriormente referido.

Tal montagem apresenta-se nas figs. 7 e 7a e consiste, fundamentalmente, na aplicação, à superfície do solo, de 4 eléctrodos pontuais e igualmente espaçados, a partir dos quais se determina a resistividade eléctrica do terreno, através da utilização da expressão (4). O espaçamento entre eléctrodos foi escolhido de tal forma que o seu valor em metros correspondesse à relação $1/2\pi$. Tal facto evita a realização de quaisquer cálculos durante as observações, desde que as medições sejam efectuadas por intermédio de um aparelho de medida do tipo *Megger*. (1) Neste caso os valores da resistividade eléctrica do solo coincidem exactamente com a relação $\Delta V/I$, dada directamente pelo aparelho de medida. Por outro lado as profundidades teóricas de medição, sendo aproximadamente iguais a $1/2\pi$, coincidem com a ordem de grandeza da espessura média das camadas de compactação utilizadas em obras de terra.

Esta montagem, além de permitir grande rapidez nos ensaios, fornece-nos valores da resistividade eléctrica correspondentes a um apreciável volume de terreno, eliminando, dentro de certos limites, os erros provenientes das pequenas heterogeneidades do solo, as quais são bastante frequentes em trabalhos de compactação.

Fig. 7a — Montagem utilizada funcionando com um aparelho de medida do tipo «Megger».

5 — ENSAIOS EFECTUADOS. ALGUNS RESULTADOS OBTIDOS

Com o intuito de averiguar até que ponto seria possível proceder ao estudo e controle da compactação dos solos, no que se refere a teor de humidade, a partir de simples medições da sua resistividade eléctrica, procedemos a uma série de ensaios levados a efeito sobre 6 solos típicos e diferenciados, no que se refere às suas características geotécnicas, procurando englobar a maioria dos terrenos existentes na natureza.

(2) Aparelho «*Terrafix III*», *tipo JTS* do fabricante «*METRAWATT*» *NÜRNBERG*, fornece bons resultados para resistividades não muito elevadas (até cerca de 600 Ω.m).

No quadro I apresenta-se a numeração das amostras ensaiadas, respectiva designação dos solos, algumas das suas características geotécnicas, etc.

de tais curvas nota-se imediatamente uma característica comum a todos os terrenos. Todos os gráficos se tornam assintóticos à medida que os teores de humidade se aproximam da saturação,

QUADRO I

Algumas características geotécnicas dos solos ensaiados

N.º da amostra	Designação do solo	Limite de liquidez (L. L.)	Limite de plasticidade (L. P.)	Teor de humidade óptimo de *Proctor* (w)	Percentagem de argila	Percentagem de silte	Percentagem de areia	Peso específico de *Proctor* (γ_s)
1	*Argilas oligocénicas* (Região de Lisboa)	64	31	29 %	68	32	0	1,43
2	*Xistos argilosos* (Região de Moura)	30	15	11,5 %	12	48	40	2,05
3	*Argilas arenosas* (Região de Moura)	40	22	19 %	20	40	40	1,72
4	*Lodos do Tejo* (Zona de Lisboa)	58	33	22 %	59	41	0	1,48
5	*Saibros* (Região de Lisboa)	20	14	7,5 %	16	16	68	2,11
6	*Areias finas* (Região de Lisboa)	—	—	9 %	5	20	75	2,02

Os primeiros ensaios efectuados apenas visavam o traçado de curvas de variação da resistividade eléctrica dos solos com o respectivo teor de humidade. As compactações foram efectuadas segundo as normas de *Proctor*, ao mesmo tempo que os respectivos teores de humidade eram controlados pela tradicional técnica da secagem do solo em estufa a 105°C até obter peso constante.

Por sua vez as determinações da resistividade eléctrica foram efectuadas através da montagem apresentada nas figs. 6 e 6a, utilizando um aparelho de medida do tipo *Megger*, embora os resultados obtidos tivessem, por vezes, sido controlados por intermédio de um outro equipamento de corrente contínua, (1) normalmente aplicado em trabalhos de prospecção geofísica.

Os resultados obtidos encontram-se traduzidos nos gráficos das figs. 8 e 9. Através da análise

passando a verificar-se a relação ρ_s = constante a que passaremos a chamar *resistividade eléctrica de saturação do solo*. Por outro lado, para os baixos teores de humidade, as resistividades eléctricas crescem ràpidamente, sendo de supor que, para $w = 0$, atinjam um valor máximo correspondente à condutibilidade electrónica do solo.

Deste modo, o teor de humidade do solo poderá ser controlado com uma precisão muito elevada, desde que tais teores não se encontrem muito próximos da saturação.

Nota-se ainda que os solos fortemente argilosos, não obstante fornecerem as mais baixas resistividades de saturação (ρ_s), exibem sempre resistividades mais elevadas do que os solos arenosos, para os mesmos teores de humidade.

A acentuada regularidade verificada no andamento dos gráficos $\rho = f(w)$ permitirá prever uma elevada garantia de resultados, quando da sua utilização como curvas padrão, na determinação do teor de humidade dos solos homogéneos.

(1) Com dispositivo de compensação das correntes de polarização dos eléctrodos.

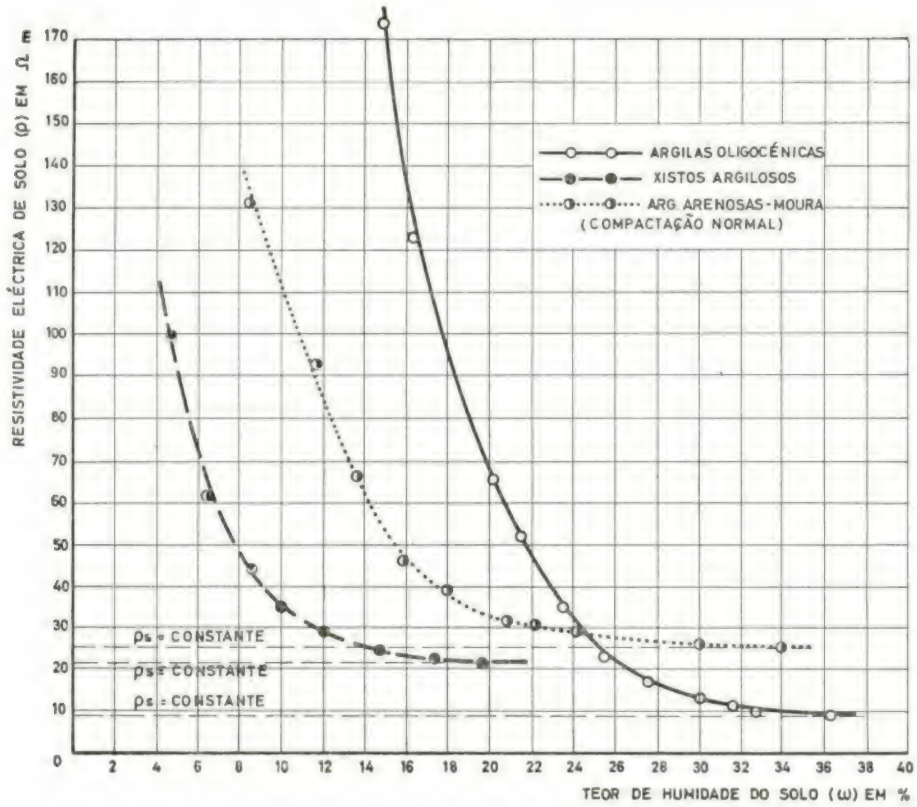


Fig. 8 — Resistividade eléctrica dos solos das amostras 1,2 e 3 em função do teor de humidade.

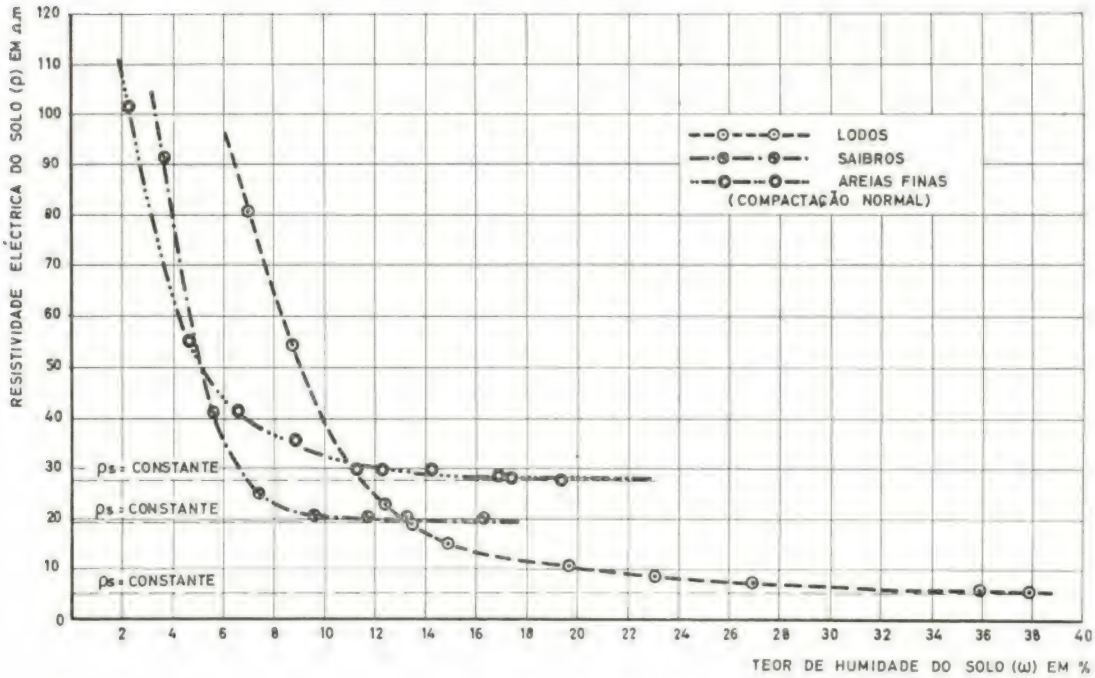


Fig. 9 — Resistividade eléctrica dos solos das amostras 4,5 e 6 em função do teor de humidade.

A simples observação de uma curva $\rho = f(w)$, correspondente a determinado solo, poderá fornecer imediatas informações de carácter geral sobre as suas características geotécnicas.

Baixas resistividades de saturação (ρ_s), correspondentes a elevados teores de humidade, denunciam solos de má qualidade quando encarados sob o ponto de vista geotécnico. Por outro lado, baixas resistividades de saturação (ρ_s), correspondentes a baixos teores de humidade, são indicativo de solos de excepcional qualidade Como exemplo destes 2 casos extremos temos as argilas oligocénicas (amostra 1) e os saibros (amostra 5), figs. 8 e 9.

Para controle da variação da resistividade eléctrica com o maior ou menor estado de compactação do solo, procedeu-se a uma nova série de ensaios, sobre as 6 amostras anteriormente mencionadas, utilizando as mesmas montagens e aparelhos de medição já referidos no parágrafo 4. Os ensaios foram realizados a teor de humidade constante (w = constante, para cada tipo de terreno) e o estado de maior ou menor compactação controlado pela energia fornecida ao solo, variando o número de pancadas aplicadas, à semelhança de um ensaio de *Proctor*.

Nas figs. 10 e 11 apresentam-se os resultados obtidos nestes ensaios. De uma maneira geral as resistidades diminuem com a compactação, tornando-se os valores de ρ pràticamente constantes para estados de compactação inferiores aos que correspondem ao *Proctor Normal*.

Nota-se, no entanto, que para materiais fortemente argilosos, tal como acontece com as argilas oligocénicas (amostra 1) e com as argilas aluvionares do leito do Rio Tejo (amostra 4), a convergência é mais lenta. Nos solos deste tipo parece observar-se uma variação muito ligeira da resistividade eléctrica com a compactação, mesmo para além da compactação correspondente ao *Proctor Normal*. No entanto é provável que tal variação seja em parte uma consequência da alteração da homogeneidade da amostra, no que se refere a teor de humidade, resultante não só da montagem adoptada mas ainda da maneira como o ensaio é realizado. O apiloamento do solo na parte central do molde poderá provocar uma ligeira percolação da água para a periferia, ou seja para junto dos aneis metálicos que na montagem adoptada constituem os eléctrodos, originando zonas de elevada condutibilidade responsáveis pelas pequenas variações observadas.

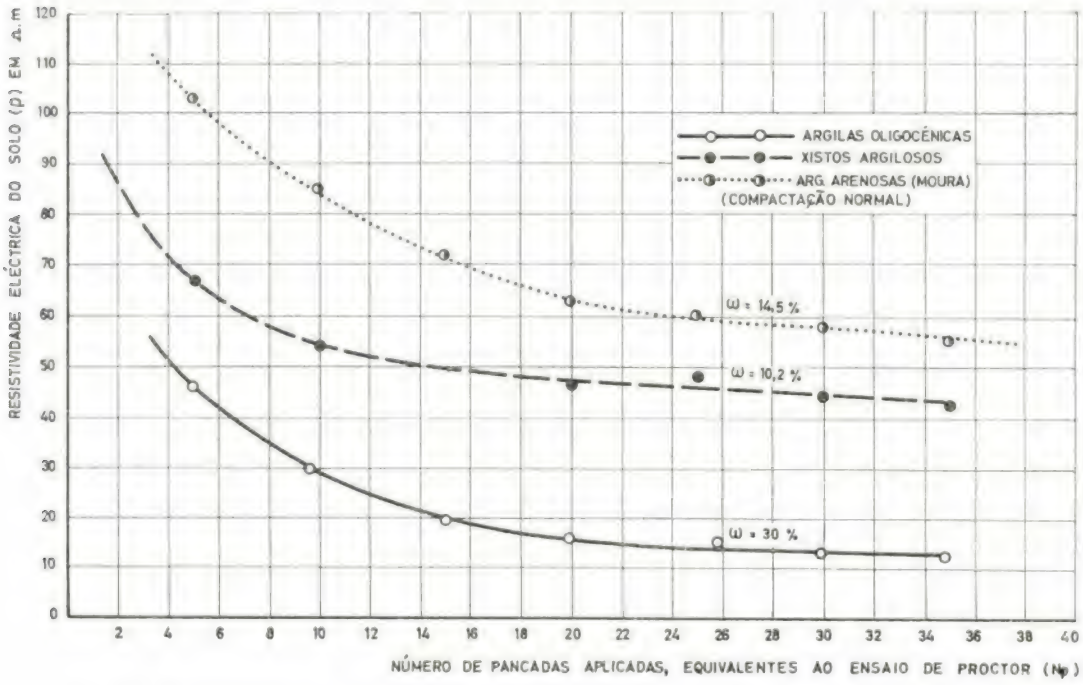


Fig. 10 — Resistividade eléctrica dos solos das amostras 1,2 e 3 em função da compactação.

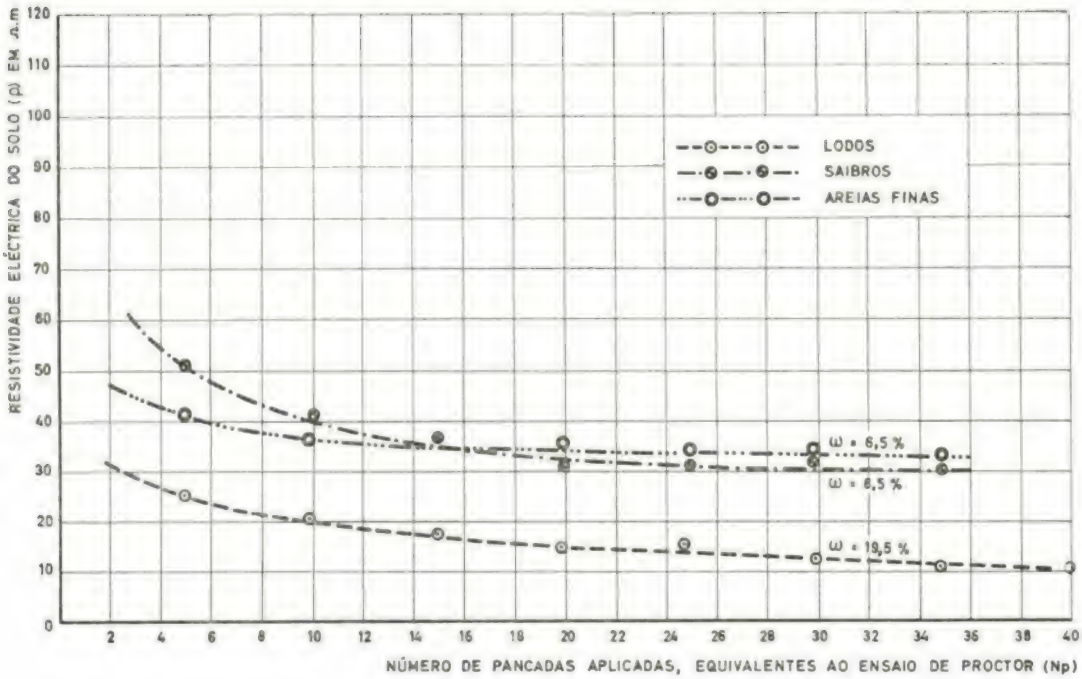


Fig. 11 — Resistividade eléctrica dos solos das amostras 4, 5 e 6 em função da compactação.

6 — RELAÇÃO EXISTENTE ENTRE A RESISTIVIDADE DE SATURAÇÃO E A RESISTIVIDADE ÓPTIMA DE COMPACTAÇÃO DOS SOLOS

A determinação rigorosa do teor de humidade de um solo, a partir da medição da sua resistividade eléctrica, só é válida para materiais com elevado coeficiente de homogeneidade, tornando-se indispensável a existência de uma perfeita identificação entre os terrenos a compactar e aqueles que foram utilizados no traçado das curvas de calibração, condições estas bastante severas para serem satisfeitas pela maioria dos solos existentes na natureza. Por conseguinte, a utilização de uma técnica de compactação em que o teor de humidade fosse controlado a partir de curvas do tipo $\rho = f(w)$ poderia ser discutível, a não ser que os materiais exibissem elevado grau de homogeneidade. Por tal motivo procurou-se fundamentar uma técnica de compactação que, além de se adaptar fàcilmente a qualquer tipo de estaleiro, pudesse ainda ser aplicada em quaisquer condições de terreno, pois só assim poderia vir a merecer o indispensável interesse de carácter prático.

De acordo com os ensaios de *Proctor*, a compactação de um solo corresponde a um melhor arranjo das partículas no sentido de aumentar o peso específico seco (γ_s) e, por conseguinte, obter uma melhoria das características mecânicas do material. A modificação do arranjo dessas partículas exigirá determinada energia, a qual é transmitida ao solo sob a forma de energia de compactação, e a utilização de um lubrificante (constituido pela água), que, dentro de certos limites, reduza não só o atrito entre partículas mas ainda a coesão parcial, instalada entre conjuntos de grãos a qual se poderá tornar impeditiva de um melhor acomodamento.

À medida que o ensaio vai prosseguindo, admitindo que o mesmo se processa com teores de humidade crescentes, o peso específico seco (γ_s) vai aumentando até determinada altura, para depois se dar um rotrocesso do fenómeno possìvelmente motivado pela instalação no solo de tensões neutras instantâneas, $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$, as quais impedem que uma parte da energia de compactação seja transmitida à fase sólida, de forma a modificar o seu arranjo estrutural. No caso de se tratar de um solo não saturado, teremos que, para além de determinado teor de humidade, a maior parte da energia de compactação passa a ser absorvida pelas fases sólida, líquida e gasosa e devolvida imediatamente sob a forma de energia elástica. Dentro deste esquema de racio-

cínio, o máximo peso específico γ_s será obtido aquém da saturação do solo, embora não muito longe deste valor. A verificar-se tal condição, os valores da resistividade óptima de compactação (ρ_e) poderão ser obtidos através de ligeiras correcções introduzidas sobre a resistividade de saturação (ρ_s). Os valores de ρ_s obtêm-se com grande facilidade, restando-nos apenas determinar experimentalmente a relação $\rho_e/\rho_s = K$, correspondente a cada tipo de terreno, relação essa que passaremos a designar por *constante geoeléctrica de compactação.*

Tomando como base de medição a resistividade de saturação do solo (ρ_s) obtêm-se incontestáveis vantagens de ordem técnica, tais como a eliminação de eventuais perturbações causadas pelas variações da salinidade do meio, heterogeneidades do material, variações de temperatura, etc. Todo o estudo passará, deste modo, a ser fundamentado sobre o próprio material a compactar sem a interferência de determinados padrões, ensaiados em laboratório sob condições por vezes pouco representativas do local dos trabalhos, exibindo apenas uma ligeira semelhança com os solos que eventualmente irão ser encontrados «in situ».

Nas figs. 12 e 13 apresentam-se os resultados dos ensaios de *Protor Normal,* correspondentes aos 6 solos referidos no quadro I, os quais nos fornecem os respectivos teores de humidade óptimos de compactação. Deste modo as resistividades óptimas de compactação (ρ_e) puderam ser lidas nos gráficos das figs. 8 e 9 de modo a calcular os respectivos valores de K.

No quadro II apresentam-se os resultados obtidos na determinação experimental dos valores de *K* correspondentes aos 6 solos ensaiados.

Destes resultados poderá deduzir-se a existência de uma relação linear entre os valores de *K* e a fracção argilosa do solo ([1]), relação essa apresentada na fig. 14 e traduzida analìticamente pela equação,

$$K = 0{,}52\,Q + 1{,}2 \qquad 0 < Q < 1$$

em que,

K — constante geoeléctrica de compactação

Q — peso de argila contida na unidade de peso do material a compactar

Os valores de k = 1,2 corresponderão às areias e os valores de k = 1,72, obtido por extrapolação, corresponderão a materiais 100 % argilosos, os quais dificilmente poderão ser encontrados na natureza. Os valores de *K* para a maioria dos materiais eventualmente utilizados deverão situar-se entre 1,2 e 1,5.

QUADRO II

Relação existente entre a resistividade eléctrica de saturação e a resistividade óptima de compactação

N.º das amostras	Resistividade de saturação (ρ_s)	Teor de humidade óptimo de *Proctor* (w)	Resistividade óptima de compactação (ρ_e)	Constante geoeléctrica de compactação $\left(K = \frac{\rho_e}{\rho_s}\right)$	Percentagem de argila existente no solo (Q)	Observações
1	9	29,0	14	1,56	68	Nas argilas considerou-se a dimensão do grão $D \leqslant 5\mu$
2	22	15,5	28,5	1,30	10	
3	26	19	35	1,34	20	
4	6	22	9	1,49	59	
5	19	7,5	24	1,26	16	
6	27	9	34	1,26	5	

7 — ORIENTAÇÃO PROPOSTA PARA O ESTUDO E CONTROLE DA COMPACTAÇÃO DOS SOLOS

Nos trabalhos de compactação normalmente realizados poderemos considerar dois casos ex-

([1]) De igual modo os valores de K poderão ainda ser relacionados, sob uma forma linear, com o *Índice de Plasticidade do solo.*

NOVODUR - um polimerizado ABS-acrilnitrilo, butadieno e estireno com propriedades melhoradas

Para a fabricação de caixas de penas, caixas de correspondência, caixas de máquinas de escrever e muitos outros artigos de escritório, reclamava-se um material com boa resistência ao calor e que não perdesse as suas boas propriedades mecânicas também a temperaturas muito baixas, se apresentasse com superfícies brilhantes e, finalmente, que tivesse boas propriedades de fluidez. Estas exigências são satisfeitas pelo Novodur PM — um polimerizado de acrilnitrilo, butadieno e estireno (ABS) da Bayer. Por isso o industrial prefere Novodur da Bayer.

Usar artigos plásticos de qualidada — significa bom gosto e economia!

S.A.R.L. QUIMICOR, Representante em Portugal
Lisboa: Rua Sociedade Farmacêutica, 3,
Tel. 42 194
Porto: Rua de Santos Pousada, 441, Tel. 54 141

novodur®

BAYER

27 69

APARELHOS PARA MEDIDAS ELÉCTRICAS

MALETAS INDUSTRIAIS

Aparelhos para Quadros, Laboratórios, Indústria e Ensino

INDÚSTRIA NACIONAL

Fabricantes e Distribuidores Gerais

Sociedade **electrom** Limitada

Largo de S. Carlos, 8-2.º — Lisboa-2 — Telef. 32 22 77

Prédios, empenas, caves. Depósitos para águas, vinhos e aguardentes

Facultam-se certificados de ensaio dos Laboratórios Nacional de Engenharia Civil e da Junta Nacional do Vinho.

«IMPERMEÁBILIS»

O impermeabilizante oficialmente aconselhado em todas as argamassas de cimento

Distribuidor geral para todo o Império Português:

ANSELMO DE MATOS

Av. Almirante Reis, 179, r/c — Telef. 4 64 39
LISBOA

REVENDEDORES EM LISBOA:

João Pereira Vareiro & Filhos, Lda.
Rua Augusto José Vieira, 12 — Telef. 84 74 80

Manuel Pereira Matias, Lda.
Rua de Pedrouços, 105-A — Telef. 61 11 53

Manufacturas de Cimento Fortex, Lda.
Estrada de Benfica, 727 — Telef. 70 21 75

Sequeira & Santos, Lda.
R. José Joaquim Marques, 113—Tel. 02 61 05—MONTIJO

Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações, L.da

(SONDADORA)

SONDAGENS geológicas e geotécnicas — CAPTAÇÕES de águas subterrâneas — REBAIXAMENTOS do nível freático — CONSOLIDAÇÕES E ESTABILIZAÇÃO do solo — INJECÇÕES DE CIMENTO e outros produtos — INFRAESTRUTURAS de barragens, túneis e pontes — FUNDAÇÕES de todos os tipos

Única Empresa da especialidade com sede no Ultramar Português

Sede — LUANDA
Rua Serpa Pinto, 60
C. P. 2178 — Tel. 4226

Delegação — LISBOA
R. S. Pedro de Alcântara, 1

L. MARQUES — C. P. 982
BEIRA — C. P. 1002

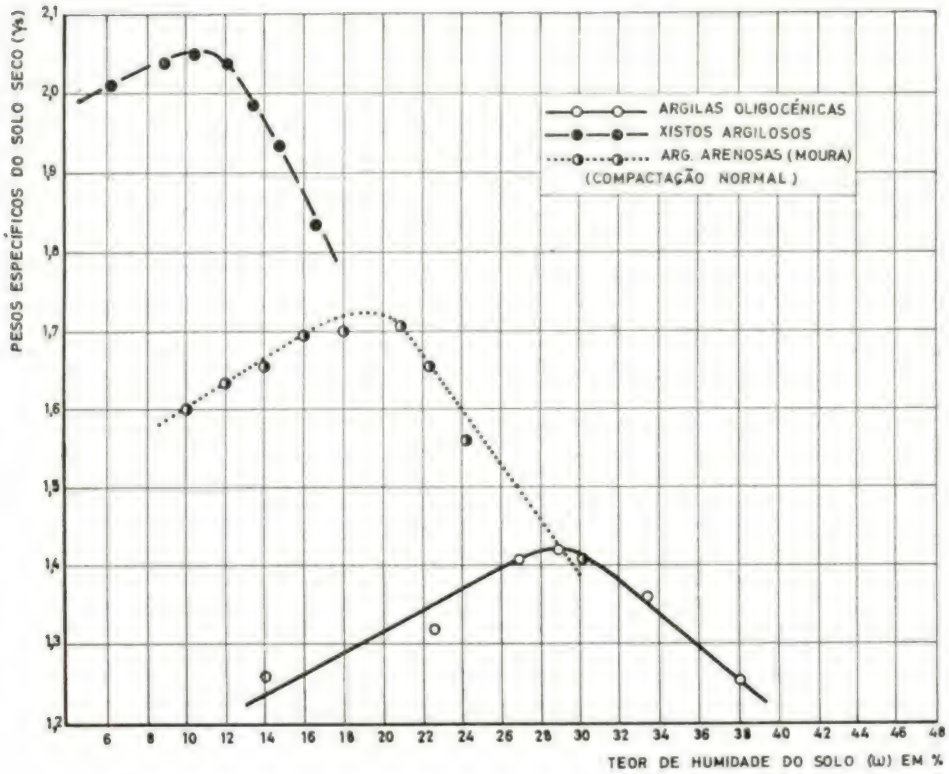


Fig. 12 — Resultados dos ensaios de *Proctor Normal* correspondentes aos solos das amostras 1,2 e 3

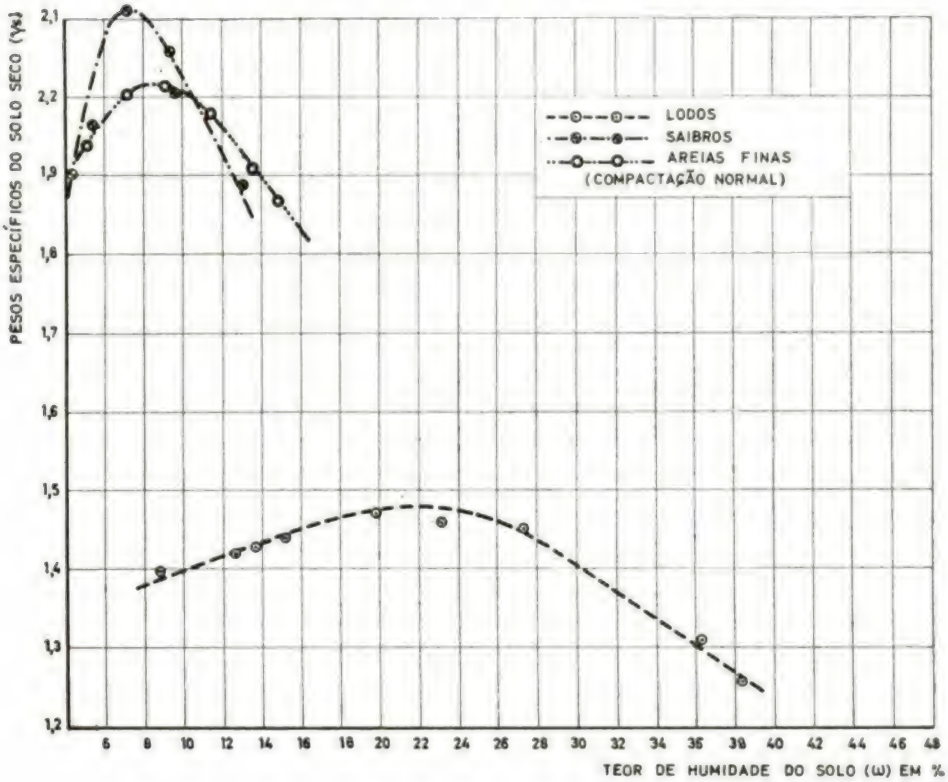


Fig. 13 — Resultados dos ensaios de *Proctor Normal* correspondentes aos solos das amostras 4,5 e 6.

tremos: *Compactações de emergência, e compactações sujeitas a apertado controle laboratorial.*

Nas compactações da emergência consideram-se aqueles casos em que o pequeno volume de trabalho a realizar não justifica um exaustivo estudo laboratorial das terras a colocar em obra, ou mesmo aquelas situações especiais em que embora o volume de terras a compactar seja apre-

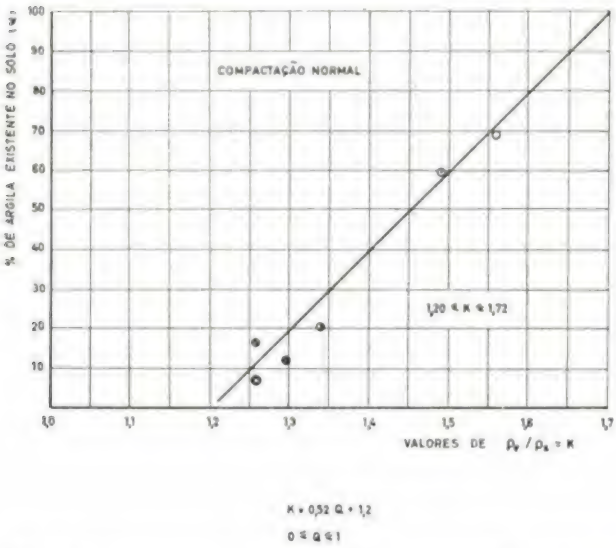


Fig. 14 — Constante geoeléctrica de compactação em função da % de argila contida no solo.

ciável, tal como acontece nas terraplenagens de estradas, as heterogeneidades do terreno atingem proporções que tornam tais estudos econòmicamente proibitivos, embora, tanto num caso como no outro, se exija uma boa execução técnica dos trabalhos.

Nas compactações sugeitas a apertado controle laboratorial serão englobadas as obras de grande porte, tal como acontece com as barragens de terra, em que uma cuidada prospecção geológica acompanhada de adequado estudo laboratorial das terras a utilizar permitem fixar de antemão o grau de compactação a atingir, o qual ficará sugeito a apertado controle da fiscalização dos trabalhos.

Nas compactações de emergência, e tendo em consideração a reduzida importância que os valores de K têm na determinação da resistividade óptima de compactação, poderemos apenas considerar 3 valores deste parâmetro tal como se apresenta no quadro III

Uma vez fixado o valor de K, haverá que determinar experimentalmente a resistividade eléctrica de saturação ρ_s, para a partir dela calcular a resistividade óptima de compactação ρ_e.

QUADRO III

Valores de K a utilizar nas compactações de emergência

Natureza do terreno	Valores de K a considerar na compactação normal
Solos arenosos	1,20
Solos argilo-arenosos	1,30
Solos argilosos	1,50

A resistividade de saturação ρ_s será medida sobre uma pequena parcela do terreno devidamente compactado com água em excesso e utilizando, se possível, as próprias máquinas do estaleiro. As medições de ρ_s poderão ser efectuadas através das montagens anteriormente descritas e apresentadas nas figs. 7 e 7a. A resistividade óptima de compactação será então dada pela expressão:

$$\rho_e = K \rho_s \qquad (6)$$

Procedendo em seguida à compactação de uma parcela de terreno a pôr em obra, sem modificar a sua humidade natural, poderemos determinar a sua resistividade ρ'_e, e efectuar as necessárias correcções de humidade para que se verifique a relação

$$\rho'_e = \rho_e \qquad (7)$$

Nas compactações sujeitas a apertado controle laboratorial poderemos considerar a prévia determinação das seguintes características dos solos a utilizar:

ρ_s — resistividade eléctrica de saturação

ρ_e — resistividade óptima de compactação normal

ρ_{e_1} — resistividade óptima de compactação pesada

γ'_s — máximo peso específico obtido num ensaio de *Proctor Normal*

γ'_{s_1} — máximo peso específico obtido num ensaio de compactação pesada

K — relação de resistividades $\frac{\rho_e}{\rho_s}$ (constante geoeléctrica de compactação normal)

K' — relação de resistividades $\frac{\rho_{e_1}}{\rho_s}$ (constante geoeléctrica de compactação pesada)

$\rho = f(w)$ — teor de humidade do solo em função da sua resistividade eléctrica.

Conhecidas as características anteriormente referidas poderemos proceder a nova verificação «in situ» dos valores de ρ_s, de acordo com a a técnica utilizada nas compactações de emergência, para averiguar da existência de eventuais heterogeneidades do terreno a compactar pois os valores de ρ_e, dados pela expressão (6), poderão ou não coincidir com os previstos através do estudo laboratorial dos materiais a utilizar na obra.

Procedendo em seguida a medições da resistividade eléctrica do terreno compactado com a sua humidade natural (ρ'_e) poderemos averiguar da necessidade de proceder ou não às necessárias correcções, tendo em atenção o andamento da curva $\rho = f(w)$, para que se verifique a relação, $\rho'_e = \rho_e$.

Verificada a relação (7), haverá que controlar o estado de maior ou menor compactação, obtida «in situ», através da determinação da compactação relativa C_r.

Para tal, poderá então proceder-se a uma determinação «in situ» do peso específico húmido (γ'_e) de acordo com as técnicas tradicionais (enchimento de uma cavidade com areia fina, óleo, etc.).

Em seguida, com o material retirado da cavidade anteriormente referida, poderemos proceder a nova compactação [1] no molde de *Proctor* modificado e determinar os valores do peso específico húmido (γ_e) e da resistividade ρ'_e.

No caso de se verificar a relação $\rho_e = \rho'_e$ teremos que a compactação relativa será dada pela expressão:

$$C_r = \frac{\gamma'_e}{\gamma_e} \times 100 \qquad (8)$$

Caso se verifique alguma divergência na relação $\rho_e = \rho'_e$, poderemos então fazer uso da curva $\rho = f(w)$ para averiguar da ordem de grandeza e importância da dispersão obtida, e ajuizar da necessidade de proceder ou não a uma correcção da humidade do solo.

[1] Poderá ainda utilizar-se material retirado da cavidade anteriormente referida para proceder a uma nova determinação de ρ_s.

8 — CONCLUSÕES

O método agora apresentado poderá abrir novas perspectivas às técnicas de estudo e controle da compactação de solos. Sem dúvida que a rapidez agora obtida no controle da compactação, aliada ao facto dos respectivos estudos serem realizados sobre o próprio terreno a pôr em obra, sem a intervenção de padrões prèviamente colhidos e sugeitos a demorados ensaios laboratoriais, realizados, quase sempre, em condições diferentes daquelas que se irão verificar no local dos trabalhos, a eliminação de eventuais perturbações devidas a variações de temperatura, heterogeneidades granulométricas, alterações de salinidade do meio, etc., etc., apresentam-se desde já, como incontestáveis vantagens relativamente às técnicas tradicionalmente usadas.

Por outro lado ao fundamentar o estudo e controle da compactação na determinação experimental da resistividade de saturação, do próprio solo que vai ser colocado em obra, procede-se automàticamente à introdução de inúmeros parâmetros que de outro modo não poderiam ser fàcilmente considerados no equacionamento do problema a resolver.

A introdução da constante geoeléctrica de compactação, correspondente à relação $K = \rho_e/\rho_s$, não levanta dificuldades de maior dado o facto de poder ser determinada experimentalmente a partir do tipo de solo a utilizar. No entanto, tal determinação não se tornará indispensável: na maioria dos casos de aplicação prática os valores de K poderão ser simplesmente arbitrados, em face da observação visual dos terrenos a compactar, tal como se especificou no quadro III, embora esses valores careçam de correcções no caso de se pretender realizar uma compactação pesada.

O principal inconveniente da técnica exposta residirá no facto da função $\rho = f(w)$ não ser linear ou aproximadamente linear. Deste modo para determinados tipos de solo, uma variação de ρ_s da ordem dos 2 a 3 Ω.m poderá ser decisiva, tal como acontece com os terrenos fortemente argilosos, enquanto que nos solos arenosos uma variação de ρ_s da ordem da dezena de Ω.m pode não ter qualquer significado. Tal facto exigirá um operador experimentado o qual deverá conhecer, embora de uma maneira aproximada, a forma da curva $\rho = f(w)$ correspondente ao

terreno em questão, ao pretender efectuar correcções do teor de humidade do solo a compactar. Só deste modo poderá ajuizar da importância das dispersões dos valores da resistividade eléctrica que porventura possa encontrar.

A técnica agora apresentada poderá ainda ser vantajosa quando conjugada com uma cuidada prospecção geofísica, dos eventuais locais de trabalho, pelo método da resistividade eléctrica. O mesmo se poderá dizer da observação a longo prazo, pelo método geoeléctrico, das variações da humidade do solo como consequência de eventuais variações do nível freático, tal como acontece em aterros de estradas, pistas de aeródromos, ou com o enchimento de albufeiras criadas por grandes barragens de terra, etc.

Desde já se reconhece que só uma utilização sistemática da técnica anteriormente exposta poderá conduzir ao seu completo aperfeiçoamento e fornecer elementos seguros que permitam ajuizar do seu mérito, relativamente às técnicas tradicionais.

BIBLIOGRAFIA

«*Mecanique des Sols Appliquée Aux Travaux Publics et au Bâtiment*», por K. Terzagui e K. B. Peck, J. Baudrillard, C. Meunier, A. Mayer.

«*The Mechaniques Of Engineering Soils*», por Capper & Cassie.

«*Geophysical Exploration*», por Heiland.

«*Exploration Geophysies*», por Jakosky.

SUMMARY

The author describes a new method of test which makes possible to determine the optimum conditions for placement of soils in earthworks as regards water content and to check by quick methods their relative density.

In the method presented, the classical concept of «optimum moisture content» was replaced by that of «optimum compaction resistivity» which being easy to determine makes it possible to obtain thorough simplifications in the methods currently used for study and control of compactions.

The optimum compaction resistivity is obtained from the saturation resistivity of the soil, that is experimentally determined «in situ». It is thus possible to introduce several parameters concerning the characteristics of the soil, which otherwise it would be difficult to take into account.

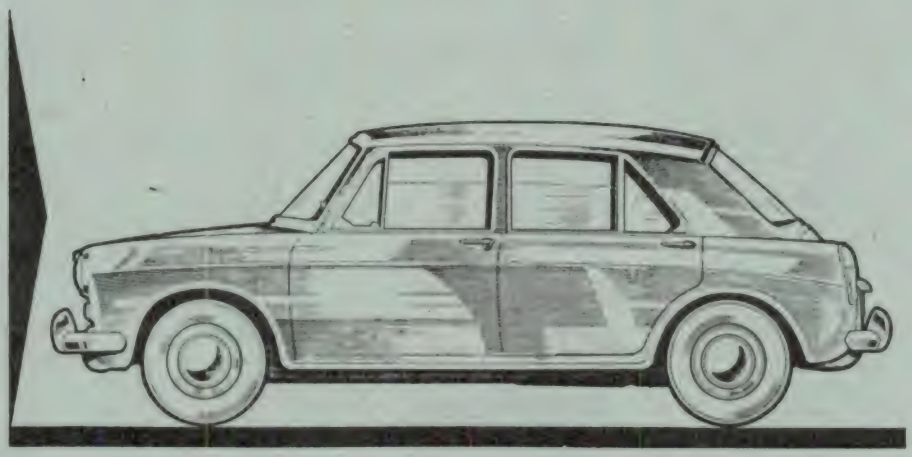
The method presented has undoubless advantages such as the accuracy of its results, the simplicity and quickness with which it can be performed and the low cost of the electrical equipment required.

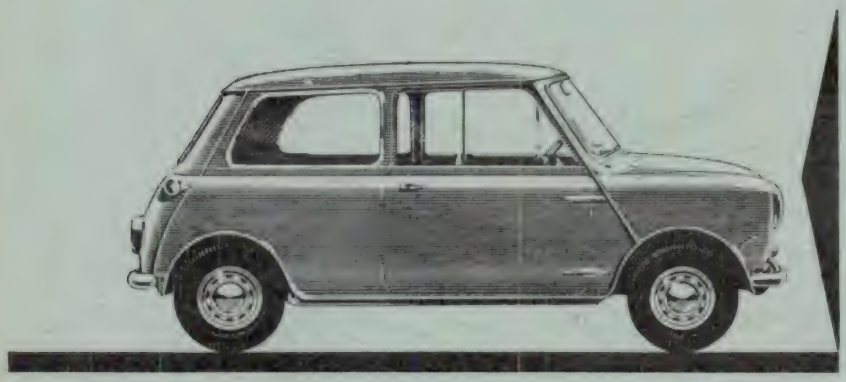
AUSTIN

2 CARROS CONSAGRADOS

1100

TÉCNICA
AVANÇADA
QUALIDADE
AO MAIS
ALTO NÍVEL





SEVEN

SEGURANÇA
ECONOMIA
E CONFORTO
INEXCEDÍVEIS

375

DISTRIBUIDORES GERAIS J. J. GONÇALVES SUCRS. - LISBOA · PORTO
ÉVORA · BRAGA · SANTARÉM · AGENTES EM TODOS OS DISTRITOS

BP
visco-static
LONGLIFE
TRANQUILIDADE
COMODIDADE
ECONOMIA
BP visco-static LONGLIFE O ÓLEO DOS 15.000 KMS

C. D. U. 621.874

EQUIPAMENTOS NACIONAIS NA INDÚSTRIA NUCLEAR EUROPEIA

RESUMO

Apresenta-se uma ponte rolante especial para manuseamento de materiais radioactivos e com grande precisão de movimentos de elevação telescópica. As pinças de preensão são comandadas hdràulicamente. Um facto pouco vulgar foi a necessidade de eliminar toda a lubrificação do sistema imerso no tanque dos materiais radioactivos o que levou a usar uma lubrificação cuidada e ao emprego, quase exclusivo, de aço inoxidável.

Sob a orientação da Agência Europeia para a Energia Nuclear da OECE, foi criada em 1958 a Sociedade EUROCHEMIC, destinada ao tratamento de elementos combustíveis utilizados nos reactoros atómicos dos países participantes.

As instalações situam-se em Mol, Bélgica, prevendo-se a entrada em funcionamento industrial até fins do ano corrente.

A construção das instalações, e o fornecimento de equipamentos, foram atribuídos por concursos em livre concorrência isenta de protecções aduaneiras, entre firmas dos países membros.

Construções Metalomecânicas MAGUE, S.A.R.L. Alverca — Portugal, foi distinguida com a adjudicação das duas principais unidades de manutenção da zona de recepção e armazenagem dos elementos combustíveis:

— Uma ponte rolante eléctrica de 80 ton para movimentação geral;
— Uma ponte rolante especial de 2×1,2 ton para manutenção directa das cargas radioactivas mergulhadas no tanque onde são armazenadas.

É oportuno salientar o significado deste fornecimento para a Indústria Nacional; abstraindo do seu valor limitado, o resultado obtido frente à concorrência franca da indústria congénere estrangeira, atesta as possibilidades nacionais neste sector, e constitui estímulo promissor na evolução que se está delineando no Mercado Europeu.

Ambas as unidades actualmente montadas e em serviço, foram prèviamente ensaiadas e recepcionadas em Fábrica, nas instalações próprias de que dispõe para esse fim, com resultados plenamente satisfatórios (Fig. 1).

A ponte rolante de 80/2×10 ton — 16,2 m, unidade de tipo convencional análoga a tantas outras da mesma origem, em serviço no país e no estrangeiro, não merece comentários particulares. Em contrapartida, a unidade de manuseamento das cargas radioactivas, devido à própria natureza da carga, meio, segurança e precisão das manobras, obedece a condicionamentos especiais que lhe conferem características pouco frequentes em aparelhos de elevação, e justificam algumas considerações complementares.

Fig. 1

PONTE ROLANTE DE 2×1,2 TON COM ELEVAÇÃO TELESCÓPICA

Na figura da capa observa-se a ponte, após concluída a montagem, sobre o tanque (ainda vazio) em que são depositados e movimentados os elementos radioactivos. Note-se no fundo do tanque parte da intrincada estrutura de suporte destinada a receber os cestos portadores das cargas; por aí se depreende a minúcia das operações a realizar.

O tanque é subdividido em três compartimentos: um, central, de recepção, e dois extremos, um de tratamento, outro, o mais amplo e profundo, de armazenamento de cargas.

Estas são transportadas e retiradas do tanque, no interior de pesados contendores de ferro fundido de forte espessura, manobrados pela ponte de 80 ton.

A ponte de telescópio destina-se à colocação e remoção dos cestos com as cargas mergulhados no tanque, e necessária movimentação do seu interior entre os vários compartimentos. Desloca-se longitudinalmente ao nível do pavimento superior.

Sobre a ponte deslocam-se transversalmente dois carros idênticos. Apenas um permanece em serviço; o outro mantém-se propositadamente inactivo, funcionando como reserva.

O movimento de elevação é efectuado por telescópios tubulares de três tramos perfazendo 12 m, que dispõem da rigidez indispensável para assegurar, a cargas que se deslocam imersas sem qualquer assistência local, a precisão de movimentos requerida — 1 mm na elevação, 5 mm nas translações. O processo tradicional de elevação por cabos flexíveis ou correntes seria neste caso manifestamente ineficiente.

A descida ou subida do telescópio é comandada por uma trança plana de aço inoxidável, que enrola num tambor accionado pelo motor de elevação, e é fixada na outra extremidade ao tramo inferior do telescópio.

Uma embraiagem regulável de disco, entre o motor e o tambor, actua como limitador de momento, impedindo o levantamento de cargas superiores a 1500 kg.

A manobra de preensão dos cestos é efectuada por pinças especiais de diversos tipos (Fig. 2).

Abertura e fecho das pinças são comandados hidràulicamente. O sistema hidráulico agrupado da base do carro (Fig. 3), compreende uma

Fig. 2

bomba de pistão ligada a um acumulador de pressão, que permite uma série de manobras da pinça sem a bomba entrar em funcionamento. O arranque e paragem da bomba para carga do acumulador, são automáticos.

A pinça é actuada por um cilindro de pistão situado na extremidade inferir do telescópio, sujeito a uma mola que a mantém permanentemente fechada. Quando se acciona o comando hidráulico a pressão vence a acção da mola provocando a abertura da pinça. Deixando de actuar

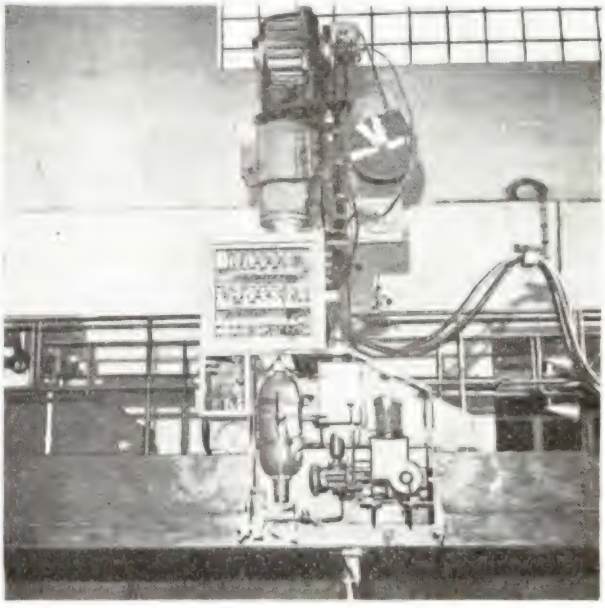


Fig. 3

no comando, a mola regressa automàticamente à posição inicial, fechando a pinça.

O circuito hidráulico é fechado; existe um reservatório que por um lado alimenta a bomba, e por outro recebe a descarga, quando se liberta o fecho da pinça.

A alimentação do cilindro de comando na extremidade do telescópio, para acompanhar o movimento extensível deste, é realizada através dum tubo flexível de borracha para a pressão de funcionamento, 30 kg/cm^2, armazenado num tambor enrolador, situado na parte superior do carro (Fig. 4).

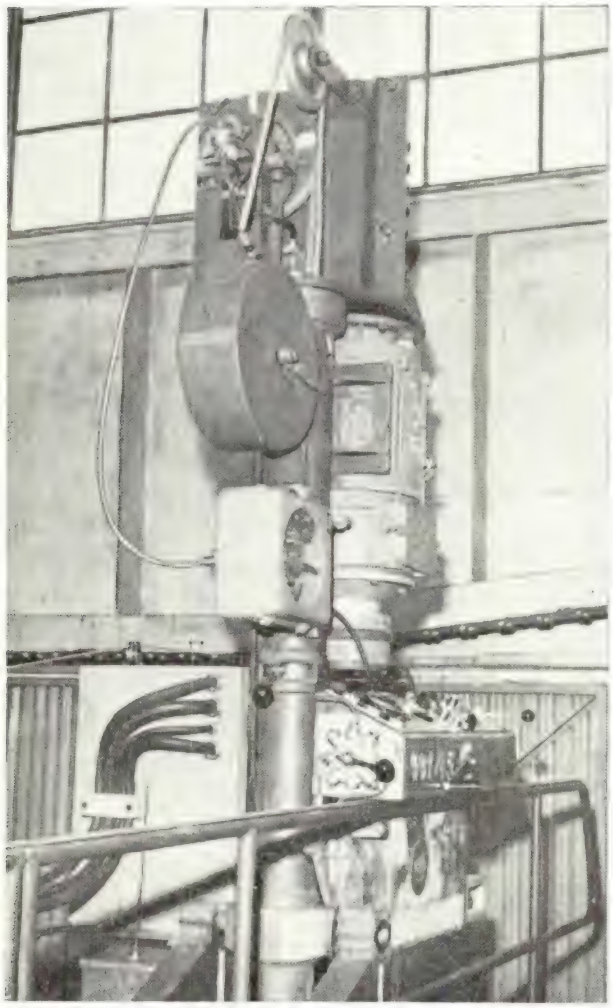


Fig. 4

Atendendo à propensão dos produtos gordurosos para concentrar efeitos radioactivos toda a lubrificação do sistema imerso no tanque foi rigorosamente eliminada e tomaram-se precauções especialmente cuidadas para evitar qualquer queda de óleo ou lubrificante dos mecanismos não imersos, que contaminasse a água do tanque.

Esta imposição originou dificuldades várias que tiveram de ser removidas: utilização de água com os problemas inerentes como fluido actuante do sistema hidráulico, recurso a materiais sintéticos para guiamento dos elementos do telescópio com movimento relativo.

Para se avaliar do grau de descontaminação requerido assinala-se o polimento exigido às superfícies dos elementos imersos, de modo a evitar que eventuais riscos ou interstícios facilitassem a acumulação de quaisquer substâncias. Todos os elementos foram meticulosamente lavados com acetona antes da expedição, envolvidos em embalagens plásticas herméticas, e montados no local com luvas de borracha para que a gordura das mãos não deixasse traços de contaminação.

Os elementos constituintes do telescópio, cilindrico de comando hidráulico e pinças, dada a sua permanência constante na água do tanque, são construídos em aço inoxidável. Para obstar à elevada tendência deste material à gripagam recorreu-se a aços inoxidáveis de diferente composição nas peças em contacto.

O conjunto do telescópio é susceptível de ser rodado em torno do seu eixo vertical, por intermédio de uma alavanca, numa amplitude de 90° de forma a permitir orientar a pinça no sentido mais conveniente.

O movimento de elevação é escalonado em cursos sucessivos de 500 mm, para facilitar as manobras de transposição entre níveis prèviamente fixados; no fim de cada curso o movimento interrompe-se automàticamente. Esta interrupção pode no entanto suprimir-se em operações de subida ou descida contínuas, premindo um botão que elimina o encravamento.

Os tubos telescópios de qualquer dos carros são escamoteáveis, basculando solidàriamente com o mecanismo de comando respectivo, até à posição horizontal, tomando a orientação das vigas da ponte rolante. Esta operação torna acessível a extremidade inferior do telescópio para eventuais revisões ou substituição das pinças, e permite efectuar livremente a translação da ponte sem condicionamento dos obstáculos no interior do tanque.

Deve notar-se no entanto, que embora com os telescópios escamoteados horizontalmente, os

carros só se encontram na «situação de repouso fora de serviço», dentro de determinada zona em que a extremidade dos telescópios não ultrapassa as cabeceiras da ponte para que esta possa deslocar-se sem perigo de colisão com objectos dispostos lateralmente, no pavimento.

As translações da ponte, e dos carros, são accionadas por motores eléctricos independentes; ambos os sistemas possuem dispositivos que permitem o accionamento manual em caso de falta de corrente.

Para satisfazer o delicado serviço exigido com a precisão atrás citada, foi necessário garantir velocidades variáveis dentro de vastos limites, é essencial obter acelerações progressivas e suaves no arranque e na travagem. Adoptaram-se motores de corrente contínua e excitação independente, conseguindo-se variar a velocidade de forma contínua pràticamente de zero ao valor máximo, em todos os movimentos.

A alimentação a tensão contínua variável é obtida a partir da rede eléctrica de alimentação de corrente alternada, por um sistema de transdutores e rectificadores de silício, processo pouco vulgarizado em aparelhos desta natureza. Além de outras particularidades, o sistema permite ainda, em sobreposição com o sistema de embraiagem mecânica já mencionado, a limitação eléctrica do binário motor que impede o levantamento de cargas de valor superior ao nominal.

O comando das diversas operações é concentrado junto do painel de qualquer dos carros (Fig. 5).

O comando dos três movimentos eléctricos-elevação, translação do carro e da ponte — é realizado por um combinador único, após a escolha num interruptor selector, do movimento pretendido.

Os dois carros não podem propositadamente funcionar ao mesmo tempo. Cada posto de comando acessível da plataforma central da ponte, encerra os comandos do carro respectivo e da translação da ponte.

Um indicador de posição, colocado por baixo do enrolador do tubo do sistema hidráulico (Fig. 4) assinala o nível a que se encontra a pinça.

Em planta, a posição do telescópio é assinalada, transversalmente, por escalas graduadas fixadas ao longo dos corrimãos da plataforma, e longitudinalmente por sinais luminosos que acendem quando o telescópio está no alinhamento de cada fila de armazenamento.

Como se depreende da descrição feita, as operações a realizar são delicadas e a aparelhagem

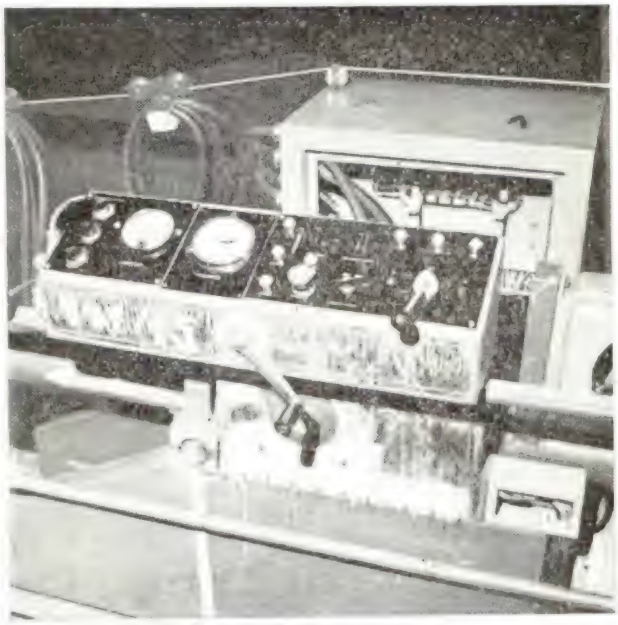


Fig. 5

complexa. Para garantir um funcionamento seguro precavendo erros ou falsas manobras, tornam-se necessários dispositivos de protecção dos quais se enumeram os principais.

- redução automática das velocidades de translação dos carros e da ponte, numa zona periférica junto das paredes do tanque
- fins de curso imobilizando as mesmas translações na vizinhança imediata das paredes
- impossibilidade de manobra de qualquer dos carros não estando o outro na posição de repouso
- limitação da velociedade máxima de translação da ponte a determinadas faixas livres de obstáculos no interior do tanque
- elevação escalonada de 500 em 500 mm
- imobilização da elevação nos limites extremos do curso
- limitação automática da velocidade de translação da ponte, quando os carros estão fora da posição de repouso, com o telescópio escamoteado
- anel de impacto, para protecção dos projectores e da pinça; (visível na figura da capa) em caso de choque eventual do telescópio,

provoca a paragem imediata das translações

— projectores estanques submersos para assegurar visibilidade perfeita, livre das refrações eventuais da iluminação exterior na superfície livre do tanque

— referências a tinta fosforescente nas pinças de preensão para facilitar a sua localização.

Resumindo, bastará acrescentar que o número total de fins de curso instalados perfaz 40 unidades para se avaliar das precauções tomadas a fim de assegurar o bom funcionamento do equipamento.

Discriminam-se a seguir as principais características da ponte rolante em questão:

Vão	9,0 m
Número de carros	2
Capacidade de elevação por carro	1,2 ton
Altura de elevação	12 m
Velocidade de elevação	2,8 a 25 cm/s
Velocidade de translação do carro	2 a 28 cm/s
Velocidade de translação da ponte	8,7 a 50 cm/s
Comando manual de basculamento do telescópio	
Comando manual de rotação do telescópio	
Comando hidráulico de accionamento da pinça.	

Para terminar, completando as afirmações iniciais, regista-se com agrado que nem o nível técnico requerido, nem a complexidade do equipamento, impediram à Indústria Nacional de marcar posição de destaque em competição com a concorrência estrangeira, nem tão pouco foram impeditivo de adjudicação à Indústria Nacional por entidades estrangeiras qualificadas, prova inegável da sua crescente valorização.

SUMMARY

A special rolling bridge for handling nuclear fuel elements is presented.

Important characteristics such as precision mouvements, telescopical handling, special lubrification and stainless steel use, are introduced.

CICLO DE PALESTRAS PROMOVIDO PELA COMISSÃO NACIONAL PORTUGUESA DE GRANDES BARRAGENS

Nos períodos compreendidos entre 23 de Novembro a 3 de Dezembro e 9 de Dezembro a 17 do mesmo mês, realiza-se em Lisboa e Porto, respectivamente, este ciclo de palestras de cujo programa destacamos:

23/11 e 9/12 — Propriedades físicas e mecânicas da rocha «in situ»; processos que permitem determinar essas propriedades e de as melhorar, no aspecto particular dos estudos de projecto e da construção de grandes barragens (na palestra a proferir focará os aspectos referentes a projecto e à construção, excluindo os do tratamento de falhas geológicas)

pelo Eng.º Manuel Rocha, director do LNEC.

24/11 e 10/12 — Aspectos referentes ao tratamento de falhas geológicas nas fundações de grandes barragens

pelo Eng.º Walter Weyermann, Director Técnico de Sondagens Ródio.

2/12 e 16/12 — Resultados e interpretação de medidas feitas em barragens de betão compreendendo as observações relativas a tremores de terra

pelo Eng.º Carvalho Xerez, Director Técnico da Hidro-Eléctrica do Zêzere.

— Estudos de betão para grandes barragens de diversos tipos e influência da idade sobre as propriedades do betão

pelo Eng.º Oliveira Nunes, da Hidro-Eléctrica do Douro.

3/12 e 17/12 — Estudo, métodos de execução e comportamento das grandes barragens de enrocamento de 80 metros ou mais de altura

pelo Eng.º Luís Fernandes, Director Técnico da Hidro-Eléctrica do Cávado.

COMISSÃO INTERNACIONAL DAS GRANDES BARRAGENS DA CONFERÊNCIA MUNDIAL DE ENERGIA

A Comissão Nacional Portuguesa recebe encomendas para a aquisição do Registo Mundial de Barragens, ao custo de U. S. $40, obra que consta de 4 volumes.

DO MUNDO TÉCNICO

BATERIAS SOLARES

Estes novos elementos são devidos à técnica de semi-condutores.

Uma bateria solar é um dispositivo, cujo fim essencial é transformar energia luminosa em energia eléctrica.

O elemento de base duma tal bateria pode ser uma célula fotovoltaica de silício. Esta é constituida por uma placa de silício *P*, sobre a qual, uma difusão em superfície permite obter uma fina camada de silício N. A junção PN assim formada é particularmente fina. Tornam-se então 2 contactos óhmicos: um sobre a parte P, o outro sobre a parte N.

Caracteristicas duma célula:

— Diâmetro: 19 mm ± 1
— Superfície: 2,8 cm²
— Espessura: 0,25 mm (aproximadamente)
— Peso: 0,3 g

Medidas a uma temperatura ambiente de 25 C, e por uma iluminação de 0,1 w por cm² (temperatura decor de 5700° k) equivalente à iluminação produzida ao nível da do mar, pelo sol, sobre um plano perpendicular aos seus raios, uma célula viva apresenta as seguintes características médias:

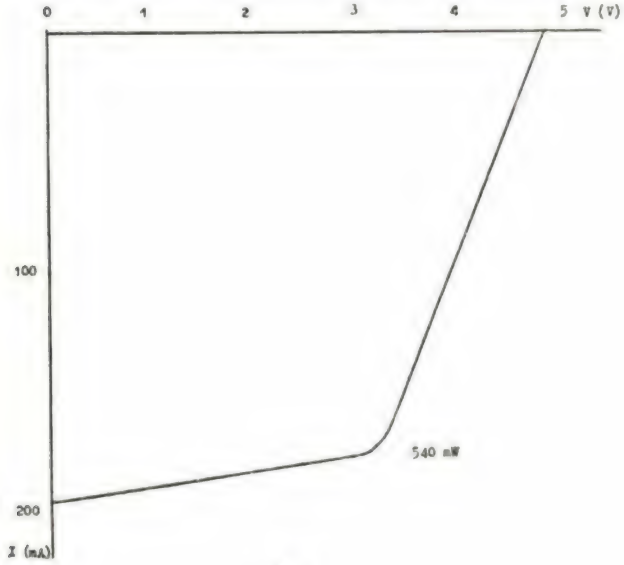


Fig. 1

— Diferença de potencial em circuito aberto: 490 mV no vácuo
— Corrente de curto circuito: 45 m A
— Rendimento energético: 9 %
— Sensibilidade espectral máxima a: 0,8 m
— Temperatura limite de funcionamento 150°C

A curva da figura 1, dá a característica *corrente-tensão*, duma bateria exposta a tempo soalheiro, às 8 horas da manhã do mês de Junho.

Bateria Solar

Uma célula fotovoltaica só pode fornecer uma potência fraca. Ligando 4 séries de nove destas células em paralelo, obtém-se, no ponto de funcionamento óptimo, uma potência de ordem de 500 mw sob tensão de 3V.

As células são colocadas numa caixa, que tem o papel de de assegurar o arrefecimento dos elementos, e dos proteger contra os agentes atmosféricos exteriores.

Como todo o dispositivo sem condutor, as células solares são sensíveis à temperatura.

Fig. 2 — Bateria solar

A potência fornecida diminui de 50 % para uma elevação de temperatura de 50°C acima do ambiente. Em funcionamento normal os díodos aquecem; é, pois, necessário evacuar a energia calorífera dissipada, O fundo da caixa da bateria contém, por isso, aberturas de arrefecimento.

A caixa TG 40 600 (fig. 2), contendo as células fotovoltaicas, cujo conjunto constitui a bateria solar, foi concebida mecânicamente para apresentar boas qualidades de robustez e de estanquicidade por um lado e conjunto simples por outro. A possibilidade de ligar conjuntos de caixas em série e em paralelo, permite obter baterias fotovoltaicas de maior potência.

Estes conjuntos podem-se prestar, por exemplo, à carga de baterias de acumuladores eléctricos em tampão (paralelo). Neste caso, tomar-se-á o cuidado de colocar um díodo de potência suficiente entre a bateria solar e o acumulador, a fim de evitar que ele debite na bateria em obscuridade.

Sendo a energia eléctrica fornecida, função da energia luminosa incidente, é conveniente orientar a bateria num plano perpendicular ao dos raios luminosos. Um dispositivo electro-mecânico permitindo orientar automàticamente a bateria na direcção do sol, está actualmente em estudo.

Características eléctricas (valores médios)

Nas condições de iluminação definidas acima.

— Diferença de potencial em circuito aberto: 4,65 V
— Corrente de curto circuito: 195 m A
— Potência máxima de carga: 540 m W

Dimensões da caixa

— Comprimento: 185 mm
— Largura: 110 mm

— Altura: 10 mm
— Altura (com radiador): 20 mm
— Peso: 470 g

(Da *Mecanique et Electricite*)

NOVAS TÉCNICAS EM METALURGIA

Rússia — Metalurgistas do Instituto de Metalurgia estudaram uma técnica relativamente simples para introduzir energia vibrante no alumínio fundido durante o vazamento e deste modo conseguir novas propriedades. Em vez de tentar fazer vibrar o molde ou o metal no molde, utilizaram um canal vibrante para tratar o metal à medida que flui para o gito de enchimento Com uma frequência de 230 oscilações/seg e uma amplitude de 0,1 mm e potência 1/kw consegue-se aumentar a plasticidade das ligas de alumínio de 20 %. O resultado é uma estrutura de grão fino com alta resistência à fissuração a quente. A instalação produtora das vibrações é suficientemente flexível para se poder usar com quase todos os metais e moldes.

Também na Rússia o Instituto de Investigações de Máquinas-Ferramentas completou um estudo extensivo dos efeitos das vibrações como meio de eliminar as tensões nas peças das máquinas-ferramentas obtidas a partir de ferro fundido. Com vibradores pneumáticos conseguem-se reduzir 25 % das tensões residuais, também se descobriu que estas tensões podem ser eliminadas, aplicando cargas estáticas e armazenando as peças fundidas sob carga, o que leva mais tempo. A amplitude das vibrações deve ser tal que não se ultrapasse a tensão de 4200-5600 lb/sqin ou haverá o risco de aparecimento de fendas ou ruptura. Está planeado continuar com estas investigações a fim de se obterem resultados com interesse industrial.

(Da *Modern Castings*)

NOVOS EMPREGOS DO NEOPRENO

A grande inércia química do neopreno, assim como as suas qualidades mecânicas decidiram o seu emprego em dois novos campos.

O primeiro é nas lâmpadas de iluminação instaladas à borda de água no mar e nas piscinas de água salgada. O neopreno é empregue sob a forma de revestimento de 3,5 mm de espessura sobre a caixa da lâmpada em alumínio, evitando desta forma a rápida corrosão desta.

O segundo é nos revestimentos interior e exterior dos tubos metálicos empregues na extracção de petróleo, onde devem resistir à acção do petróleo e dos produtos químicos e solventes que contêm as lamas, à abrasão provocada por estas e pelos detritos da perfuração além de resistir a pressões da ordem dos 350 kg/cm² e às temperaturas elevadas das lamas devido à acção do trépano.

(Do serviço informativo de *Du Pont*)

em marcha contínua os Multi-Mull® +GF+
Sistema Simpson
em marcha descontínua os Mix-Muller® +GF+
Sistema Simpson

Georges Fischer Sociedade Anónima, Schaffhouse (Suiça)

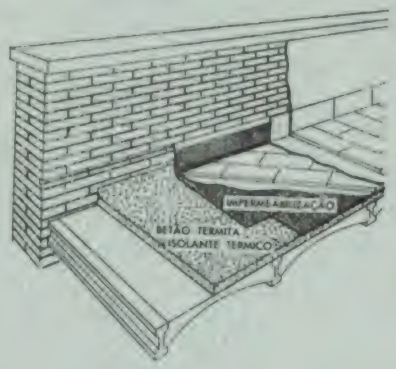
Telefone: (053) 5 60 31 / 5 70 31 Telegrammas: Geofischer Telescriptôr: 5 29 15 geofischer schf

GM 1298/5

TERMITA

(*Vermiculite*)

MATERIAL ISOLANTE DE
CALOR, FRIO, SOM E FOGO

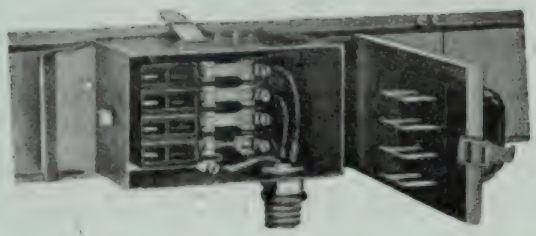


VERMICULITE ★ PORTUGUESA, L.da

Av. Duque de Loulé, 97 4.º, B
Telef. 53 58 24
Teleg. TERMITA

LISBOA

CANALIZAÇÕES ELÉCTRICAS
PRÉ-FABRICADAS



— Monta-se e desmonta-se fàcilmente.
— Com os seus «coffrets», obtêm-se instantâneamente derivações, sob tensão, em cada 25 cm da linha.
— Transforma-se, completa-se e recupera-se em qualquer momento.
— Reduz o tempo de estudo das instalações.
— Feito em material incombustível, resiste
— ao fogo, ao calor, à humidade e não envelhece.
— Oferece uma segurança total e um comportamento excepcional aos curto-circuitos.

TELEMEC

RUA D. ESTEFÂNIA 92-A TELEFS. 5 14 86 - 53 73 29 LISBOA

Sumários dos artigos publicados na Técnica n.º 341

Ano XXXIX — Outubro 1964

CAETANO CARREIRA — CDU 658.5.015 : 623.81

Regulação sintética da produção num estaleiro naval.

Técnica 341 — XXXIX — 10. 1964 pág. 1-16.

Para regular a produção são propostos 2 métodos que podem usar-se, isolada ou simultâneamente; os métodos analíticos e sintéticos.
No método analítico o cálculo das cargas e a sua consequente manobra são assim feitos por um processo de integração a partir de dados analíticos ao passo que no método sintético se procede por derivação a partir dos dados globais com dispensa duma preparação prévia de todos os trabalhos.
Vê-se assim que a regulação sintética é menos precisa que a analítica mas em compensação é muito mais expedita.
Estes métodos são complementares e podem usar-se simultâneamente na mesma empresa, o sintético para a regulação forte e integral, o analítico para a regulação fina e precisa.

J. M. RESSURREIÇÃO NETO — CDU 624.138.2

Rápida determinação das condições óptimas de compactação dos solos e seu controle em obras de terra

Técnica 341 — XXXIX — 10. 1964 pág. 49-68.

No presente trabalho descreve-se uma nova técnica de ensaio, a qual permite determinar as condições óptimas de colocação dos solos em obras de terra, no que se refere a teor de humidade, e efectuar ainda um rápido controle de compactação relativa.
Na técnica agora apresentada, foi posto de parte o clássico conceito de *teor de humidade óptimo* o qual foi substituído pelo de *resistividade óptima de compactação* cuja rápida determinação permite realizar extraordinárias simplificações.
A resistividade óptima de compactação é obtida com base na determinação experimental, «in situ», da resistividade de saturação do solo.
A precisão dos resultados, a simplicidade e rapidez de aplicação, e ainda o baixo custo do equipamento eléctrico empregado, traduzem incontestáveis vantagens da técnica exposta.

JORGE NEVES DA SILVA — CDU 534.111

Vibrações forçadas de sistemas não lineares com elasticidade do tipo $k\,(x \pm \varepsilon k^2)$

Técnica 341 — XXXIX — 10. 1964 pág. 17-35.

Apresentam-se alguns métodos para o estudo das amplitudes de oscilação de sistemas com um grau de liberdade, não amortecidos, do tipo Duffing, perturbados por forças sinusoidais circulares e elípticas.

CDU 621.874

Contribuição nacional para a indústria nuclear europeia

Técnica 341 — XXXIX — 10. 1964 pág. 68-74.

Apresenta-se uma ponte rolante especial para manuseamento de materiais radioactivos, com grande precisão de movimentos e de elevação telescópica. As pinças de preensão são comandadas hidràulicamente. Um facto pouco vulgar foi a necessidade de eliminar toda a lubrificação do sistema imerso no tanque dos materiais radioactivos o que levou a usar uma lubrificação cuidada e ao emprego, quase exclusivo, de aço inoxidável.

C. AMARO MARTINS — CDU 539.133.01 : 511.124

Momento de inércia, frequência de vibração, massa associada e massa reactiva

Técnica 341 — XXXIX — 10. 1964 pág. 37-47.

Tendo por base o conceito de homeosteria (*Técnica*, n.º 312), e utilizando constantes fundamentais (universais), deduzimos novas constantes fundamentais, fórmulas, equações e outras expressões pelas quais se podem calcular as frequências de vibração, as distâncias de equilíbrio interparticulas, os produtos dos momentos principais de inércia e os momentos de inércia de núcleos, átomos, radicais livres, iões e moléculas (quaisquer) pelo simples conhecimento dos tipos de ligações e das massas.

Summaries of articles published in «Técnica» No 341

XXXIX — 10. 1964

J. M. Ressurreição Neto — UDC 624.138.2

Quick determination of optimum conditions of soil compaction and their control in earthworks

Técnica No. 341 — XXXIX — 10. 1964 pp 49 to 68

The author describes a new method of test which makes possible to determine the optimum conditions for placement of soils in earthworks as regards water content and to chck by quick methods their relative density.
In the method presented, the classical concept of «optimum moisture content» was replaced by that of «optimum compaction resistivity»,
The optimum compaction resistivity is obtained from the saturation resistivity of the soil, that is experimentally determined «in situ».
The method presented has undoubless advantages such as the accuracy of its results, the simplicity and quickness with which it can be performed and the low cost of the electrical equipment required.

Caetano Carreira — UDC 658.5.015 : 623.81

Production's sinthetic regulation in building slip

Técnica No. 341 — XXXIX — 10. 1964 pp 1 to 16.

Two methods may be used to control the production, both alone or simultaneously. They are analytical and called syntethic methods.
The first one consists of preparing previously all the work to be performed, so the execution orders to each craftsman be given by means of a job ticket, with an allowed time on. The best sequence of all the jobs, required by a client's order, is then established. As this as been made for allthe or ders, the responsible for the production.
The synthetic method uses a derivation process, applied to integral values of certain variables, without the previous preparation of all the jobs.
As a matter of fact the two methods are complementary and may be used simultaneously in the same firm, the synthetic one for basic and integral production control, the analytical one for the fine and parcial production control.

UDC 621.874

Portuguese equipment for the European Nuclear Industry

Técnica No. 341 — XXXIX — 10. 1964 pp 68 to 74.

A special rolling bridge for handling nuclear fuel elements is presented.
Importants characteristics such as precision mouvements telescopical handling, special lubrification and stainless steel use, are introduced.

J. Neves da Silva — UDC 534.111

Forced vibrations of non-linear sistems whit K ($x \pm \varepsilon x^3$) elasticity type

Técnica No. 341 — XXXIX — 10. 1964 pp 17 to 35

The author presents some methods for studying vibration amplitudes of undamped one-degree-of-freedom systems, of the Duffing type, acted by circular and eliptical sinusoidal perturbations.

C. Amaro Martins — UDC 539.133.01 : 511.124

Moments of inertia, vibration, frequency, Associated masses and reactive mass

Técnica No. 341 — XXXIX — 10. 1964 pp 37 to 47.

Knew *formulae*, equations, fundamental, (universal) constants and other expressions are deduced from the homeostery concept (*Técnica* n.er 312) for the theoritical development, and presented to be used in the calculations of the moments of inertia, interparticles separations and equilibrium vibration frequencies of any kind of particles, by the very simple knolwedge of the bond types and masses.

BIBLIOTECA
FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

Gomes de Pina, Barbosa Colen, Girão Pina, Helena Alves, Ferreira Coelho e Jesus Oliveira

---

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por CDU (Classificação Decimal Universal).

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina de 75 × 125 mm.

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita,* independentemente do número de algarismos que o índice contiver, e respeitando a seguinte regra de arrumação dos sinais auxiliares:

+ / n.os simples : [ ] = (01/09) (1/9) (=) " "A/Z — .0 .00

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T.

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro classificado segundo a CDU.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

ARTIGOS DE REVISTAS

378.1 (469)
C. D. U. 378.962 (469)

A reforma do ensino da Engenharia — *M. Rocha.*
L.N.E.C., Memória n.º 209.

C. D. U. 536.423

Formacion de vapor a partir del condensado — *Fernando Juan Fernández y Mariano Pablo Lehmann.*
Ciencia y Técnica, vol. 132, 9/10-963, pág. 289-296.

C. D. U. 536.8 + 536.72/3

Rendimiento de maquinas termicas. Primer y segundo principio de la termodinamica — *José Gutiérrez Burzaco*
Ciencia y Tecnica, vol. 132, 11/12-963, pág. 375-384.

C. D. U. 539.43 : 620.178.3

Notch sensitivity in steel — *E. Agerman.*
ASEA Research, 1960, n.º 4, pág. 5-46.

C. D. U. 54 (048.1)

Chémical abstracta.
The American Chemical Society, 2-3-964, vol. 60, n.º 5

C. D. U. 546.02 : 539.163

Empleo de radio isotopos como fuentes de energia — *Miguel Bernat.*
Ciencia y Técnica, vol. 132, 11/12-963, pág. 358/374; vol. 133, 1/2-664, pág. 1/13.

C. D. U. 547.25

Dérivés hydrocarbonés des métaux de transition — *P. L. Pauson.*
Endeavour, 10-962, vol. 21, n.º 83-84, pág. 175-182

C. D. U. 616-057.

A evolução e o conceito actual da medicina do trabalho — *A. E. Moniz.*
Engenho, 1964, vol. 18, n.º 3, pág. 115-124.

C. D. U. 62. (083.7)

La segunda revolucion industrial — *Archibal T. McPherson.*
Ciencia y Tecnica, vol. 132, 11/12-963, pág. 348-354.

C. D. U. 551.3 : 621.313.2-182.4

Drehzahlgeregelter Gleichstrom-Kleinstmotor GM 1810 RS — *W. Dunker.*
1961, vol. 9, n.º 4, pág. 221-226.

C. D. U. 620.9 (679)
627.8.09 (679)

Recursos energéticoe da Bacia Hidrográfica do Rio Zambeze em Moçambique. Inventariação e anteplano de aproveitamento — *Fontes, F. C.*
Fomento (Lisboa) 2 (1): 37-54, 1.º trim. 1964.

C. D. U. 621.311.8-833.6

Installation d'énergie de pointe et de réserve du Svenska Dagbladet, Stockholm — *Löfgreen, L.*
ASEA-Revue 34(1963): 4, pág. 81-84.

SOCIEDADE DE CONSTRUÇÕES AMADEU GAUDENCIO

ARQUITECTURA E ENGENHARIA

R. DR. ALEXANDRE BRAGA, 4-A

TELEFONES:
P.P.C.A. 43191 - 43192 - 43193

END. TELEGRÁFICO:
«CONSTRUÇÃO»

CONSTRUÇÕES CIVIS

BETÃO ARMADO E PRE-ESFORÇADO

CARPINTARIA MECÂNICA

TRABALHOS DE PINTURA E ESTUQUES

DEPÓSITO DE MATERIAIS:

ESTRADA DE MOSCAVIDE, 17-19

Telefone 38 90 72

LISBOA

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

SERRALHARIAS,

CALDEIRARIA,

FERRARIA,

FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 86 19 72

SONDAGENS RÓDIO, L.DA

LISBOA

RUA DE S. BENTO, 644-3.º

Telefones: 68 80 96/7/8 ✦ Telegramas: **SETANSOL**

RODIO

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

Engenheiro Chefe: **Walter Weyermann**

O COMPUTADOR AO SERVIÇO DA COR

Um novo serviço electrónico de matização de cores, desenvolvido pela ICI, proporcionará um grande aumento na produtividade das estamparias e tinturarias texteis. Utilizando os dados fornecidos por instrumentos especiais existentes nos laboratórios das mais importantes sedes da ICI na Europa, um grupo de cientistas da ICI na Grã-Bretanha pode computar, electrónicamente, uma receita para tingir ou estampar qualquer tonalidade, utilizando uma grande variedade de métodos de tingimento ou de estampagem. Transmitida imediatamente por telex, esta informação chegará ao conhecimento do tintureiro ou do impressor, apenas algumas horas após o seu pedido, permitindo assim pôr em andamento encomendas urgentes com um mínimo de demora. Em particular os consumidores dos corantes reactivos 'Procion', cuja expansão aumenta dia a dia, estão já beneficiando da economia em tempo e dinheiro oferecida por este instrumento de matização.

PRE74P

Não são apenas os problemas da utilização da cor, que são esquadrinhados pelos 10.000 pesquizadores da ICI. Em mais de uma dúzia de grupos de laboratórios ICI, têm lugar, quase diàriamente, avanços técnicos importantes em relação a produtos tão variados como tintas, plásticos, fibras, medicamentos e pesticidas. Os resultados deste trabalho—materiais químicos ultra-modernos para a indústria, para a agricultura e para a medicina—podem obter-se em toda a Europa Ocidental por intermédio da rede de organizações de vendas da ICI.

IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED, LONDRES

Em Portugal: I.C.I. (Export) Ltd., Caixa Postal 2685, Rua D. João V, 2, 3°, Telef. 68 51 73 Lisboa

C. D. U. 621.311.21 (673)
627.8.09 (673)

O aproveitamento hidroeléctrico do Médio Quanza — *Sarmento, G. A. R.*
Fomento (Lisboa) 2 (1) : 55-67, 1.º trim. 1964.

C. D. U. 621.311.22

Momtaz Steam Power-Station, Teheran, Iran — *Olof Alves Kog.*
ASEA-Jounal, 1961, vol. 34, n.º 11, pág. 193-198.

C. D. U. 621.311.22

Dix annees d'exploitation de la centrale Fernand Courtoy, aux Awirs — *L. R. Beduwe.*
Energie, 4/6-961, n.º 155, pág. 55-69.

C. D. U. 621.311.22 (438)

The 360-MW Steam Power Station for Elektrim, Warsaw — *Herbert Scheidt.*
Siemens Review, 1962, vol. 29, n.º 10, pág. 361-365.

C. D. U. 621.313.12

Magnetohydrodynamic power generation — A status report — *W. D. Jackson.*
Electronic and Power, 8-964, vol. 10, pág. 258.

C. D. U. 621.313.322-82 (81)

The 160-MVA generators for Furnas hydro electric power station — *Günter Barby, Karl Kunoth.*
Siemens Review, 1962, vol. 29, n.º 10, pág. 374-381.

C. D. U. 621.314.65.062 : 621.34

Sistemas de conexión de rectificadores reversibles — *Friedrich Hoelters.*
La AEG al día, 1959, n.º 4, pág. 299-308.

C. D. U. 621.314.7

Teoria elementar generalizada del transistor efecto--campo — *C. S. Sanz.*
Dyna, 8-963, vol. 38, n.º 8-10, pág. 337-346; 10-963, pág. 439-443.

C. D. U. 621.317.353

Distortion measurement in audio amplifiers — *Waddingtan.*
Marconi Instrumentation, 12-963, vol. 9, n.º 4, pág. 79.

C. D. U. 621.317.785.043.5

Les exigences concernant la symétrie du rotor dans les compteurs modernes à grande capacité de mesure — *F. Griesbacher.*
Revue Landis & Goyr, 6 963, vol. 11, n.º 1, pág. 92-95

C. D. U. 621.317.787.1

An amper-hour meter for submarines — *Faxo, L.*
Asea Journal 34(1961) : 12, pág. 228-229.

C. D. U. 621.318.122

Ferromagnetic films — *C. E. Fuller.*
Electronic Power, 8-964, vol. 10, pág. 266.

C. D. U. 621.318.562.066.6

The design and manufacture of the type 130 relay — *C. Graves, G. W. Pountney.*
AEI engineering, 7/8-962, vol. 2, n.º 4, pág. 179-184

C. D. U. 621.357.002.5

Les installations de traitements électrolytiques de l'Usine P. Lefaucheuse à la Régie Nationale des Usines Renault — *E. Longchamp* e *R. Vacher.*
Revue du Nickel, 5/6-960, vol. 26, n.º 3, pág. 61-70.

C. D. U. 621.365.511

Mains-frequency furnaces of the channel type for the holding of iron — *Rydinger, M. and Fredrikson, B.*
Asea Journal 35(1962) : 4 pág. 47-54.

C. D. U. 621.383.61/.62

Les projets de nouvelles machines accélératrices — *E. Regenstreif.*
Industries Atomiques, 1961, vol. 5, n.º 3-4, pág. 61-70.

C. D. U. 621.384.613 : 615.849

L'Asclépitron 35, bêtatron médical de 35 Me V, au service de la radiologie — *Pittet L.*
Rev. Brown Boveri, t. 49 (1962), n.º 5, pág. 151/172; 31 fig., 4 réf. bibl.

C. D. U. 621.395.34 (519)

EMD Dial Offices for Korea — *Wolfgang Tietz.*
Siemens Review (1961) pág. 351-352, 5 figuras, bibl.

C. D. U. 621.395.345.001.57

Modell einer vallelektronischen Fernsprechanlage für 200 Teilnehmer — *G. Merz, R. Braun.*
SEL — Nachrichten, 1962, vol. 10, n.º 1, pág. 23-30

C. D. U. 621.395.35 (494)

International toll exchange in Zurich — *H. W. Haffzer.*
ITT, 1961, vol. 37, n.º 1, pág. 9.

C. D. U. 621.395.5 : 654.1 (82)

Transmission Technique in Argentina's Long-Line Communications Network — *Ludwig Graf and Gustav Hohl.*
Siemens Review 28 (1961) pág. 49-54,

C. D. U. 621.43

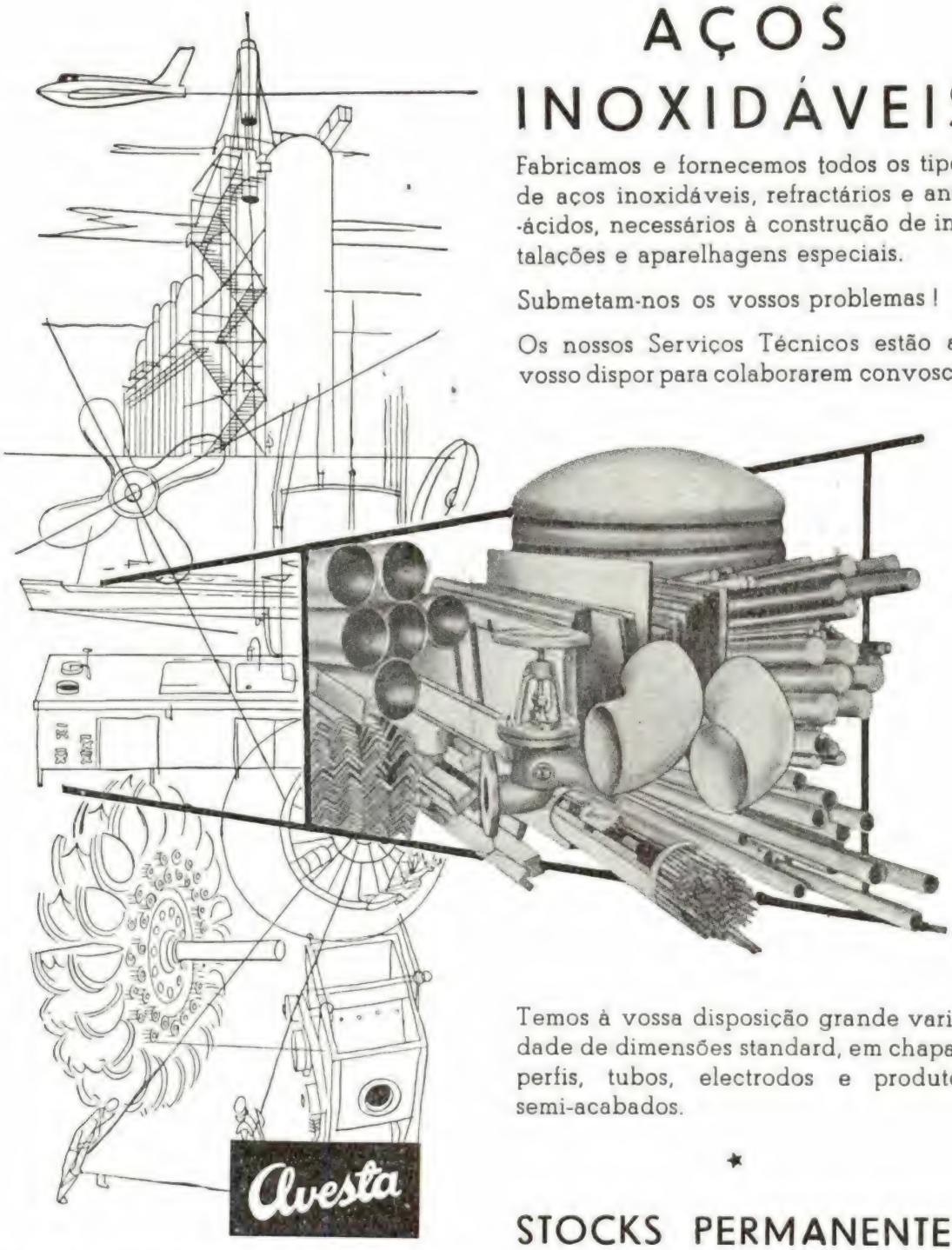
Aplicacion de la teoria de la semejanza a la construccion de los motores de combustion interna — *Alfredo Gaburro.*
Ciencia y Tecnica, vol. 132, 5/6-963, n.º 666, pág. 169 191, vol. 132, 7 8-963, n.º 667, pág. 211/225.

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

★

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 479 61 — 479 93 — 479 97

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 5 4666

C. D. U. 621.67

Sobre la reducion del diámetro de los rodetes de bombas centrifugas — *Pablo Tedeschi.*

Ciencia y Tecnica, 9/10-961, vol. 130, n.º 656, pág. 239-255

C. D. U. 621.67 : 532.542

Cavitacion en bombas centrifugas — *Ernesto Leikis.*

Ciencia y Tecnica, vol. 132, 11/12-963, pág. 340-347

C. D. U. 624 84

Tomas de agua en montaña. Disposicion general y mecanismos de limpia automaticos — *J. Mamruth.*

Ciencia y Tecnica, 11/12-963, pág. 277-288.

C. D. U. 625.084

Les compacteurs a pneus en construction routière — *M. J. Simon.*

Annales de I.T B.T.P., 1-964, pág. 122-144.

C. D. U. 625.85.042

Rôle du bitume dans la protection contre le gel des chaussées,

Bitume — Actualités, 9-963, n.º 22, pág. 4 6.

C. D. U. 625.75

Les enrobés fins.

Bitume -- Actualités, 9-993, n.º 22, pág. 10-13.

C. D. U. 626.006.2 (72)

Experimentacion hidraulica en Mexico — *Enzo Levi.*

Ciencia y Tenica, vol. 132, 9/10 963, pág. 297-318.

C. D. U. 627.24 — 157

Experiência referente a fundações para estruturas marítimas em Moçambique — *Manuel Pimentel Pereira das Santos* e *Nelson Augusto Gomes.*

Técnica, 2-058, n.º 279.

C. D. U. 627.44.001

Aperçus sur l'évolution de la technique des vannes pour installations hydroélectriques — *G. Daumy.*

La Houille Blanche, n.º 3, 1962, pág. 477-483.

C. D. U. 627.82.04.001.57

Methods in use at the LNEC for the stress analysis in models of dams — *J. Laginha Serafim* e *M. Cruz Azevedo.*

L.N.E.C. Technical Paper, n.º 201.

C. D. U. 627.825.042.5

Determination of thermal stresses in arch dams by means of models — *M. Rocha, J. Serafim, A. da Cruz* e *A. Cobeira.*

L.N.E.C. Techical Paper, n.º 206.

C. D. U. 621.822 : 539.538

The behaviour of chromium steels in large high speed bearings — *P. H. Dawson, F. Fidler.*

AEI engineering, 3/4-962, vol. 2, n.º 2, pág. 54-62.

C. D. U. 621.833.1

The development of «Circarc» gearing — *C. F. Wells, B. A. Shotter.*

AEI engineering, 3/4-962, vol. 2, n.º 2, pág. 83-88.

C. D. U. 621.874

Asea heavy-duty overhead cranes — *Sahlberg, A.*

Asea Journal 32(1959) : pág. 167-173.

C. D. U. 621.89 : 621.821

Des pivots a collonnettes aux pivots articulés — *H. Rey.*

Informations Techniques Charmilles, 1961, n.º 8, pág. 67 73.

C. D. U. 622.87 : 616.24-003.6 (047)

Relatório do inquérito radiofotográfico da silicose na indústria mineira em 1961.

Boletim de Minas, n.º 17, 13-3-963,

C. D. U. 622.7-341.14

Steep rock iron mines concentrates oce — *W. J. Huston.*

Wold Mining, 9-959, vol. 12, n.º 9, pág. 30-35.

C. D. U. 621.9.014.5

Méthode rapide pour la determination d'une formule de coupe — *M. Doublet.*

Mécanique-Électricité, 4 962, vol. 46, n.º 154, pág. 39/44.

C. D. U. 624.07

Contreventement des batiments — *M. A. Decauchy.*

Annales de I.T.B.T.P., 1-964, pág. 93-108.

C. D. U. 624.012.47.001.2

Lá oscilación en estruturas de hormigón pretensado y de plantas múltiples — *H. Kupfer.*

Informes de la construcción, 10-963, n.º 154, pág. 57-69.

C. D. U. 624.131.384

Essai de chargement horizontal de pieux très longs — *J. Folque* e *G. de Castro.*

L.N.E.C. Technical Paper, n.º 193, 1962, pág. 3.

624.131.434

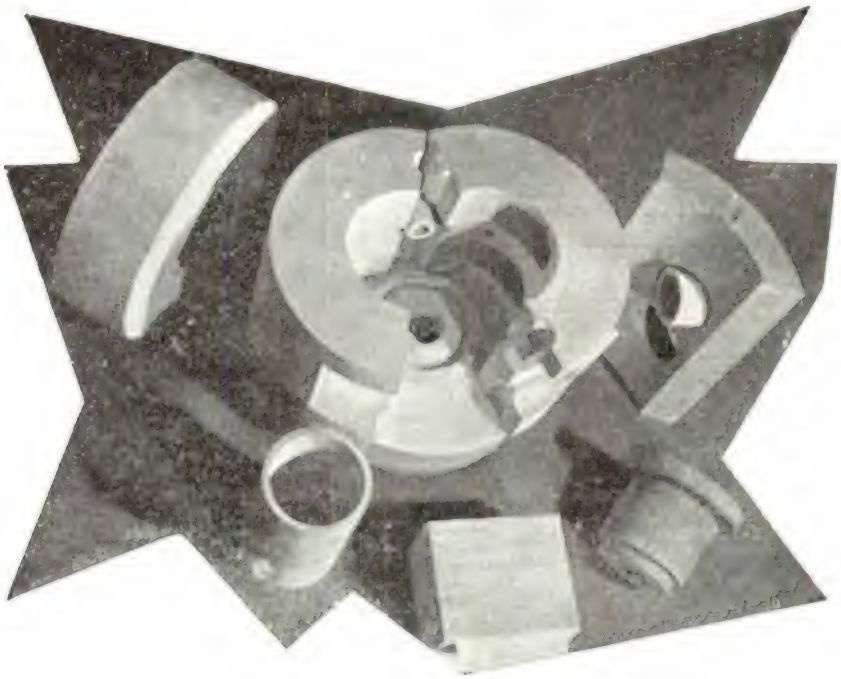
C. D. U. 552.52 : 624.131.434

Swelling and petrefaction of lateritic soils — *Úlpio Nascimento, Elda de Castro, Miguel Rodrigues.*

Technical Paper, n.º 215, 1964.

a técnica moderna emprega

BETÕES REFRACTÁRIOS



à base dos cimentos

FONDU LAFARGE

e

SECAR 250

porque são

práticos
eficientes
económicos

REFRACTÁRIOS ATÉ 1800° C
REFRACTÁRIOS ISOLANTES ATÉ 1700° C

Os nossos serviços técnicos, especializados, estão à vossa inteira disposição para estudar, sem qualquer encargo da vossa parte, a adaptação dos BETÕES REFRACTÁRIOS a todos os vossos problemas

AGUIAR & MELLO, L.DA

P. do Município, 13-1.º — LISBOA — Tel. 32 11 51/2

C. D. U. 624.131.439 : 539.501

Rheological properties of compacted unsaturated soils — *J. Folque.*

L.N.E.C. Technical Papel, n.º 195.

C. D. U. 624.138 : 625.8

El suelo-cemento en la construccion de caminos en los Estados Unidos — *W. Mc Kendrick y E. L. Kawala.*

Cemento Portland, 3-963, n.º 59. pág. 1-12.

C. D. U. 624.138.51 : 627.824.3

The application of cement stabilized-soil in the construction of earth dams — *M. Rocha, J. Folque* e *V. P. Esteves.*

L.N.E.C. Technical paper, n.º 194, pág. 7.

C. D. U. 624.28
624.014.27

Autovibrations des ponts tubes à Haubans — *Béla Goschy.*

Acier-Stahl-Steel, 1961, n.º 6, pág. 281-286.

C. D. U. 624.7 : 691.328 2.001.2

Ejecución de puentes pretensados por voladizos sucesivos — *Carlos Fernandez Casado.*

Informes de la contrucción.

C. D. U. 629.11.012

Estabilidad de ruta — *Alfredo Gaburro* e *Rafael Sierra.*

Ciencia y Tecnica, vol. 132, 9-10-963, pág. 261-276; 11-12-963, pág. 321-329.

C. D. U. 658.23

L'étude de la première tranche de construction de notre usine de Birr — *O. Köhli, P. Frey.*

Revue Brown Boveri, 7-960, vol. 47, n.º 7, pág. 378-388.

C. D. U. 662.642 : 658.29

Almacenamiento de lignito en seco — *V. M. Lamata.*

Dyna, 1-962, vol. 37, n.º 1, pág. 3-9.

C. D. U. 664.1.034 : 621.313.2/.3

Electrical equipment for sugar-cane mills — *Werner Rojek.*

Siemens Review, 1962, vol. 24, n.º 1, pág. 6-11.

C. D. U. 666.97.03

Estudos de cimentos de Moçambique — *Manuel Jacinto Pratas.*

Boletim da Sociedade de Estudos de Moçambique, n.º 132, pág. 213.

C. D. U. 69.002

Los constructores — *Vannevar Bush.*

Ciencia y Tecnica, vol. 132, 11-12-963, pág. 355-357.

C. D. U. 669.046

Utilización del cambio del calor por contacto para el enfriamiento de la arena del cuarzo después del secado — *Kurochin ; Mikhailov ; Litvin.*

Dyna, 3-962, vol. 37, n.º 3, pág. 163-166.

C. D. U. 669.144.247

Effect of aluminium on density of electrical steels — *R. J. Bendure.*

Metallurgia, 8-960, vol. 62, n.º 370, pág. 58-60.

C. D. U. 669.141.25-412 : 669.112.221/223

Solidification of steel castings and injects — *M. C. Flemings ; R. V. Barom ; S. Feuram ; H. F. Taylor.*

Modern Castings, 9-961, vol. 40, n.º 3, pág. 82-95.

C. D. U. 669.15-154.54 : 536.63

The specific heat of hiper-eutectoid steel — *B. Gregory* e *H. J. Bray.*

Metallurgia, 6-961, vol. 63, n.º 380, pág. 270-278.

C. D. U. 669 255.018.25

Hot hardenss properties of cobalt-base stellite alloys — *R. E. Phelps.*

Metallurgia, 5-962, vol. 65, n.º 391, pág. 229-231.

669.268.7 : 531.717.1 (083.74)
C. D. U. 669.268.7 : 620.198. (083.74)

Produtos cromados por electrodeposição — determinação da espessura local do revestimento de crómio — *INEC.*

Especificações E 119-1963 — Série B — Secção 5, 1963.

C. D. U. 669.295-153

Anneching commercially pose Titanimm — *M. A. H. Howes.*

Metallurgia, 9-960, vol. 62, n.º 371, pág. 95-100.

C. D. U. 669.3.868.4 : 621.791

The Welding, Brazing and soldering of copper and its alloys — *Copper Development Association.*

1958, vol. 1, tomo 1, pág. 193.

C. D. U. 669.35.018.46

Aleaciones de cobre aptos para recibir um tratamiento térmico.

Dyna, 7-962, vol. 37, n.º 7, pág. 414-418.

C. D. U. 669.543.42

A espectroscopia na metalurgia — *Maria Vitória Rodrigues Pinheiro.*

1.º Colóquio Nacional de Metalurgia — INII

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

VOL. XXV

N.os 331 A 340

OUTUBRO DE 1963 A JULHO DE 1964

Índice por assuntos dos artigos publicados

CIÊNCIAS SOCIAIS

Ensino

Artigo — N.º — Data — Pág.

C. D. U. 378.147

Semana de recepção aos novos Alunos 332 11-63 61
J. Quintino Rogado

C. D. U. 378.962 (061.3)

Congresso do Ensino da Engenharia Conclusões 331 10-63 1

C. D. U. 62.061.3 (469)

A propósito do Congresso do Ensino da Engenharia — A reforma da Escola de Minas de Nancy. Um exemplo a considerar 332 12-63 141
L. L. Oliveira Faria

C. D. U. 711.7 : 625.7 [378.1]

Engenharia de Tráfego 332 11-63 67
A. D. Ferreira do Nascimento

CIENCIAS PURAS

Matemática

C. D. U. 511.11/12 : 691.14

Como calculam os computadores digitais. A logística 336 3-64 353
Gustavo de Castro

C. D. U. 517.514.2

Problemas de extremos 333 12-63 141
» » » 335 2-64 307
A. G. Portela

C. D. U. 621.39 : 517.512

Alisamento do espectro de potência 337 4-64 419
F. E. Rebelo Simões

C. D. U. 622.013.33 : 519.2

Introdução ao cálculo de reservas mineiras por métodos estatísticos 334 1-64 259
Carlos Gonçalves

Física

Artigo — N.º — Data — Pág.

C. D. U. 532.542.1 : 621.181.021

Estabilidade e repartição dos escoamentos em superfícies de aquecimento com circulação forçada . 331 10-64 27
J. J. Delgado Domingos

C. D. U. 532.593

Energia das ondas e transporte litoral 339 6-64 523
José Castanho

C. D. U. 534.111

Tratamento matemático dos momentos vibratórios de características lineares 331 10-63 7
J. Neves da Silva

C. D. U. 534.111

Sobre os movimentos vibratórios de sistemas de um grau de liberdade com elasticidade do tipo $k(x \pm \varepsilon x^3)$ 332 11-63 77
J. Neves da Silva

C. D. U. 534.111

Vibrações forçadas de sistemas não lineares com elasticidade do tipo $k(x \pm \varepsilon x^2)$ 340 7-64 577
J. Neves da Silva

C. D. U. 534.632

Medidor de frequências acústicas . . 338 5-64 477
L. Marta de Sequeira

C. D. U. 539.413 : 539.3

Flexão simples — Contribuição para a apresentação do cálculo em relação à rotura (Fase III) 331 10-63 33
332 11-63 109
G. Faria de Vasconcelos

Artigo N.º Data Pág.

Química

C. D. U. 543.2.062 : 546.32

Doseamento do potássio em adubos — Comparação dos resultados obtidos por fotometria de chama e pelo método volumétrico do TPB . . . 340 7-64 619
Maria M. Carmo

C. D. U. 543.2.062 : 546.18

Doseamento do fósforo em adubos . 338 5-64 499
Maria Margarida Carmo

C. D. U. 620.193.013

Corrosão catódica do chumbo . . . 339 6-64 541
C. M. de Andrade Peixoto e *R. de M. Oliveira Sérgio*

ENGENHARIA

Mecânica e Electrotécnica

C. D. U. 62.061.3 (469)

A propósito do Congresso do Ensino da Engenharia — A reforma da Escola de Minas de Nancy. Um exemplo a considerar 332 12-63 141
L. L. Oliveira Faria

C. D. U. 621.311.16 : 621.311.22 28

Repartição das potências térmicas 338 5-64 487
A. Leite Garcia

C. D. U. 621.316.313

Breve notícia sobre o Analisador de Redes da Companhia Nacional de Electricidade 333 12-64 159
C. Portela

C. D. U. 621.317.33.035.443

Condutividade de soluções aquosas de hidróxido e carbonato de sódio 337 4-64 439
J. J. Horta dos Santos e *J. P. Antunes Gomes*

C. D. U. 621.865 : 669.187

Utilização do forno de indução à frequência da rede na fusão de ferro branco destinado à produção de ferro maleável 340 7-64 607

C. D. U. 621.39 : 517.512

Alisamento do espectro de potência 337 4-64 419
F. E. Rebelo Simões

C. D. U. 621.391

Introdução aos cérebros electrónicos 335 2-64 291
Gustavo de Castro

Artigo N.º Data Pág.

C. D. U. 621.773

Equilíbrio de rotores 333 12-63 163
A. P. L. Gomes

Exploração de Minas

C. D. U. 622.013.33 : 519.2

Introdução ao cálculo de reservas mineiras por métodos estatísticos 334 1-64 259
Carlos Gonçalves

C. D. U. 622.732

Relação de fragmentação a 80 % em circuitos complexos 331 10-63 47
J. Manuel Torres

C. D. U. 622.753.33

A previsão dos resultados na lavagem dos carvões 337 4-64 423
L. Parreira Cortez

Civil

C. D. U. 532.593

Energia das ondas e transporte litoral 339 6-94 523
José Castanho

C. D. U. 539 : 413.3

Flexão simples — Contribuição para a apresentação do cálculo em relação à rotura (Fase III) *(Cont.)* . . 331 10-63 33
332 11-63 109
G. Faria de Vasconcelos

C. D. U. 624.072.222

Vigas parcialmente encastradas nos apoios 334 1-64 285
J. S. Brasão Farinha

C. D. U. 624.07 [012.4] 2.2 : 539.374 : 518.3

Ábacos para o cálculo de esforços de rotura de secções rectangulares de betão armado 336 3-64 365
João d'Arga e Lima e *Vitor Manuel Monteiro*

C. D. U. 624.072.3

Subsídios para o estudo do pórtico genérico da «Piscina Municipal de Monsanto» 333 12-63 167
L. Arouca

C. D. U. 624.074.7
628.13

Reservatórios cilíndricos de betão armado para água — Cálculo gráfico e proporções económicas 340 7-64 599
António M. de Vasconcelos

Artigo	N.º	Data	Pág.
C. D. U. 624.131.438			
Novos domínios das técnicas da compactação e estabilização dos solos	336	3-64	389
	337	4-64	453
	338	5-64	505
José C. da Silva Pereira			
C. D. U. 625.844.041			
Dosagem e dimensionamento de pavimentos de solo-cimento	334	1-64	239
Úlpio Nascimento			

Hidráulica

C. D. U. 627.26 : 627.235			
Porto da Praia da Vitória (Açores) — Estragos no quebramar devido ao temporal de 26-27 de Dezembro de 1962	340	7-64	563
J. Reis de Carvalho			
C. D. U. 627.833.001.2			
Método para a fixação expedita da capacidade dum evacuador de superfície ou do amortecimento duma onda de cheia	335	2-64	339
F. M. de G. Abecasis Manzanares			
C. D. U. 628.15 : 532.55			
Avaliação de perdas e localização de roturas nas tubagens de abastecimento de águas	335	2-964	331
A. Manuel de Vasconcelos			
C. D. U. 628.275			
Sugestão para melhoramento de uma ventosa	331	10-63	59
A. M. de Vasconcelos			

Ciências Comerciais, Administração e Organização da Indústria

C. D. U. 65.011 : 658.11			
Pequenas e médias empresas — Algumas considerações sobre aperfeiçoamento de produtividade . . .	334	1-64	215
N. de Vasconcelos Montes			
C. D. U. 65.011.5			
Realidades e caminhos da automação industrial	338	5-64	469
Domingos Moura			
C. D. U. 658.012.2			
O método P. E. R. T. e os sistemas associados	337	4-64	405
J. Correlou			

Indústria Química

C. D. U. 543.2.062 : 546.18			
Doseamento do fósforo em adubos .	338	5-64	499
Maria Margarida Carmo			
C. D. U. 543.2.062 : 546.32			
Doseamento do potássio em adubos — Comparação dos resultados obtidos por fotometria de chama e pelo método volumétrico do TPB . . .	340	7-64	619
Maria M. Carmo			
C. D. U. 699...8			
Princípios Científicos da Formação de Películas	332	11-63	101
M. Fernando de Castro			
C. D. U. 669.186.5			
Contribuição para uma teoria do cubilote	339	6-64	529
J. Delgado Domingos			

Materiais e Processos de Construção

C. D. U. 691.175.742.2 — 462			
Características essenciais dos tubos de polietileno para transporte de fluidos	336	3-64	375
Fernando Moura Leal			
C. D. U. 691.328 : 539.37			
Reflexões sobre a fissuração e deformação no betão armado	335	2-64	321
L. Arouca e *A. Mexia Heitor*			
C. D. U. 699.86 : 69.022.3			
Estudo térmico das paredes exteriores	333	12-63	193
J. Freitas Morais			

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA

S. A. R. L.

FABRICANTE DE ISOLADORES PARA EQUIPAMENTO DE SUB-ESTAÇÕES TRANSFORMADORES E DE LINHAS DE TRANSPORTE DE ENERGIA EM ALTA TENSÃO

fabrica igualmente

- isoladores de baixa tensão
- pequena aparelhagem eléctrica em baquelite e porcelana
- tubo plástico "Polivali" para protecção de condutores
- material em refractário especial para aparelhos de aquecimento

DANIEL VIDAS

SEDE L. BARÃO DE QUINTELA, 3-1.º LISBOA

FÁBRICA - CANDAL - VILA NOVA DE GAIA

EC 61·1

NOVA MARS-500

A CANETA DE DESENHO PARA TINTA DA CHINA COMO O PRÁTICO A DESEJA

As vantagens visíveis:

1 **Sinalização clara à primeira vista da espessura do traço no topo da carapuça e na ponta do desenho**

2 **Máximo comprimento util das pontas de desenho**

5 mm para traços de 0,4 a 1 mm
2 mm para traços de 0,3 mm
1 mm para traços de 0,2 mm

3 **Pontas de desenho fáceis de cambiar com anilha de segurança contra a perda do estilete**

4 **Depósito transparente**

5 **Boa visibilidade na régua e evidentemente um acabamento impecável, enchimento e limpeza fáceis, grande duração Para 7 espessuras de traço**

vermelho	azul	verde	amarelo
0,2	0,3	0,4	0,5
branco	cinzento	preto	
0,6	0,7	1,0 mm	

À venda nas boas Papelarias

Prospecto detalhado também sobre minas e lapiseiras Mars Lumograph pelo representante em Portugal
Walter Schmidt
Rua Fialho de Almeida, 40-A — Lisboa
Telef. 5:074

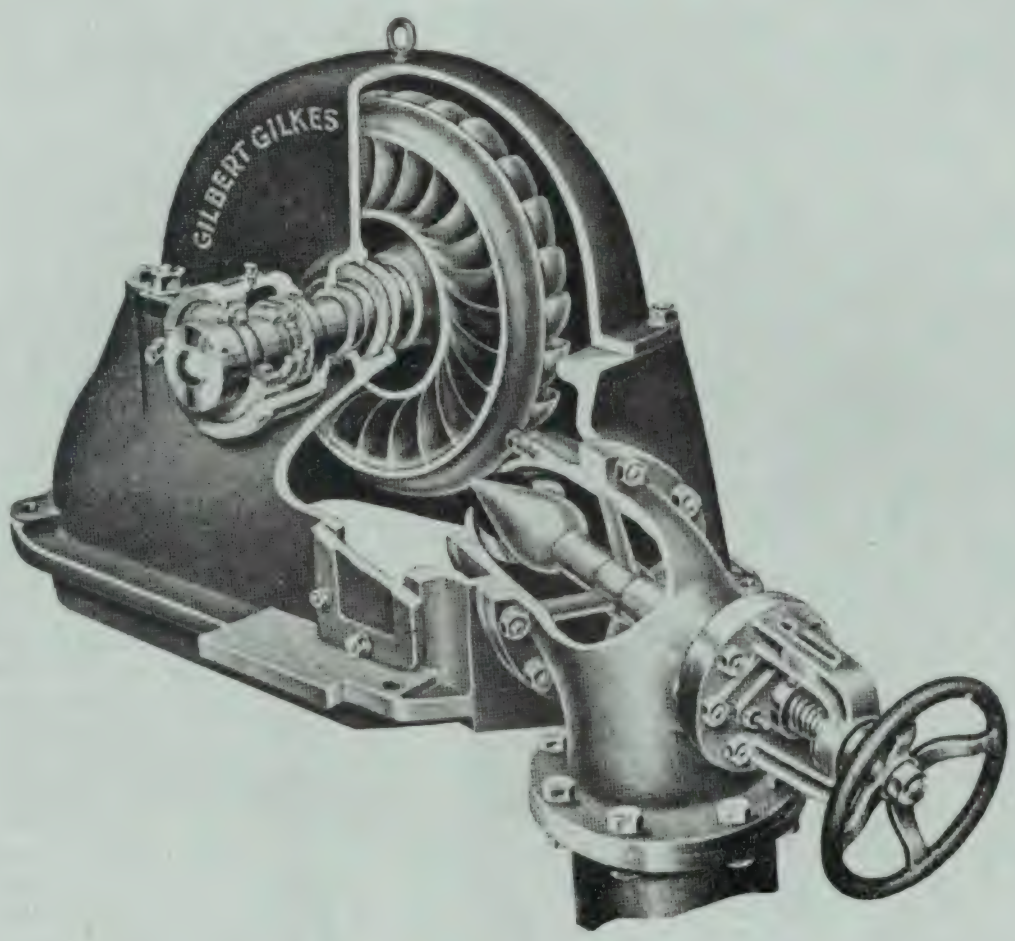
1595

STAEDTLER

GILKES

GILBERT GILKES & GORDON LTD.

TURBINAS HIDRÁULICAS DE MÉDIA POTÊNCIA
REGULADORES DE TURBINAS HIDRÁULICAS
BOMBAS GGG DE FERRA AUTOMÁTICA



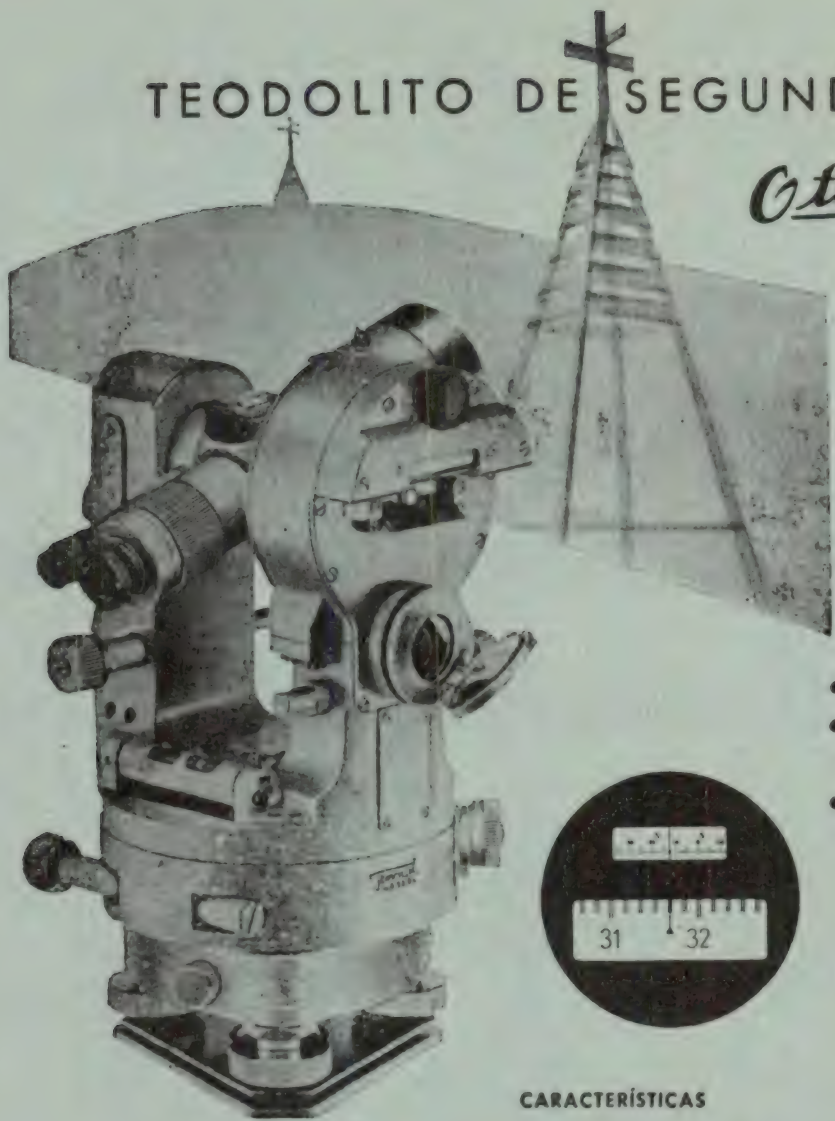
Representantes exclusivos em Portugal Metropolitano, Insular e Ultramarino

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

RUA CASCAIS, 47 * LISBOA-3

TEODOLITO DE SEGUNDOS FT2

Otto-Fennel



Para trianguiações de segunda e terceira ordens, poligonação de precisão, orientação e medidas astronómicas de ligação, levantamentos subterrâneos e todos os trabalhos de precisão em geral

- Óculo reversível
- Leitura por sistema directo
- Óptica tratada de grande luminosidade

CARACTERÍSTICAS

Telescópio — Analáctico com focagem interna; óptica tratada; comprimento 175 mm; ampliação 30 x; abertura da objectiva 40 mm; distância mínima de mira 1,25 m; constante de adição zero; constante de multiplicação 100.

Níveis — Circular 8'; de horizontalidade, paralelo ao eixo de inclinação 20"; de coincidência no círculo vertical 20".

Círculo horizontal — Diâmetro 90 mm; leitura directa 1" — 2cc; leitura por avaliação 0,1" — 0,2cc.

Círculo vertical — Diâmetro 70 mm; leitura directa 1" — 2cc; leitura por avaliação 0,1" — 0,2cc.

Tripé extensível; caixa metálica com pequenos acessórios.

Pesos: instrumento 6,5 kg; tripé 6 kg; caixa metálica 4,5 kg.

REPRESENTANTES

PAPELARIA FERNANDES S. A. R. L.

LARGO DO RATO, 13
TELEF. 68 21 31 — 9 LINHAS

LISBOA

R. DO OURO, 145 — TELEF. 32 83 61
R. DO CRUCIFIXO, 84 — TELEF. 32 60 66

para todos os problemas de TRATAMENTO DE ÁGUAS

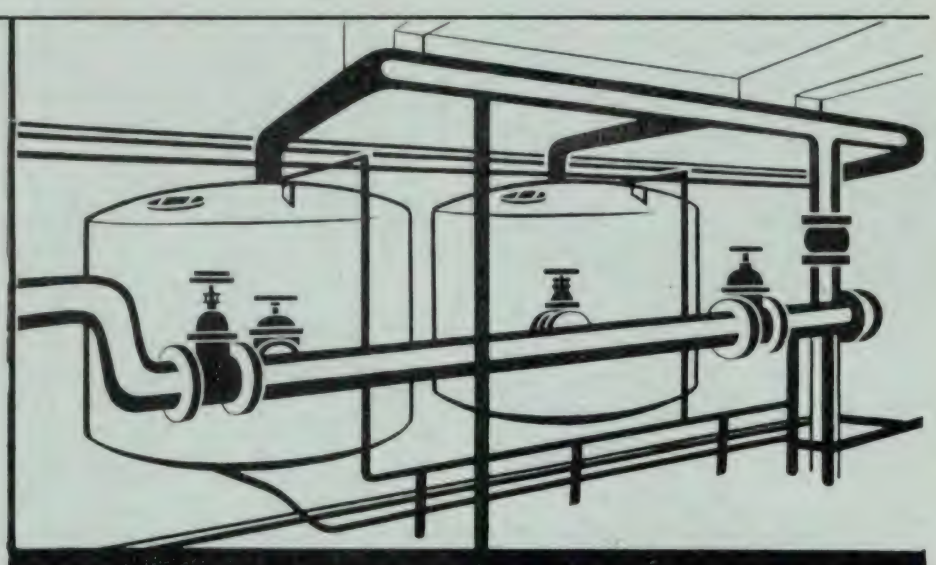
POTÁVEIS
INDUSTRIAIS
DE PISCINAS
RESIDUAIS

SETAL

ESTUDA
PROJECTA
E GARANTE
A MELHOR SOLUÇÃO

SETAL
TRATAMENTO DE ÁGUAS

MARCA SP 5



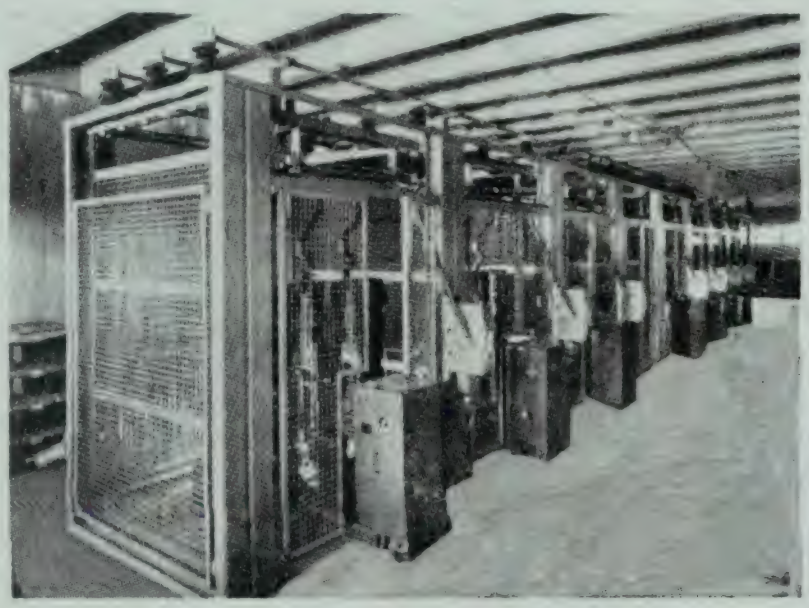
SOCIEDADE DE ESTUDOS E TRATAMENTO DE ÁGUAS, LDA.
Lisboa: Rua Joaquim António de Aguiar, 73-5.º —— Telef. 684183
Porto: D. João I, 15-1.º salas 25/26 —— Telef. 2 47 71

ISOLUX L.DA

ESTUDOS E INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Porto
R. de Sá da Bandeira, 651-4.º
Tel. 2 70 13

Lisboa
R. de Gonçalves Crespo, 33-3.º
Tel. 5 27 41



CELAS ABERTAS DE ALTA TENSÃO

Projectos e instalações eléctricas de:

Centrais
Subestações
Postos de Transformação
Fábricas
Edifícios públicos
Blocos residenciais

Instrumentos eléctricos e termotécnicos para medidas em fábricas e laboratórios:

Instrumentos para quadros de distribuição, amperímetros, voltímetros e wattímetros portáteis e de precisão

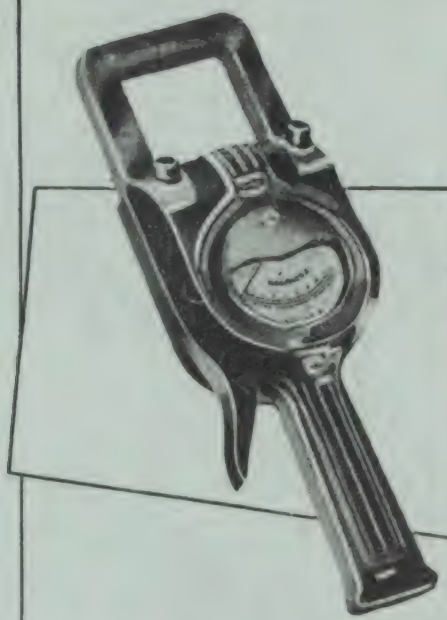
Pontes de medida de precisão
Instrumentos universais
Reguladores de temperatura
Indicadores de temperatura
Pilhas termo-eléctricas rectas
Termómetros de resistência
Potenciómetros termotécnicos.

METRIMPEX M BUDAPEST

Exportador: METRIMPEX, Sociedade Húngara para o Comércio Externo de Instrumentos

Cartas: Budapeste 62, Caixa Postal 202, Hungria
Telegramas: INSTRUMENT BUDAPEST

PINÇAS FERRANTI



PINÇAS VOLT—AMPERIMÉTRICAS

7 ESCALAS

EM AMPÈRES	EM VOLTS
0 – 10 AMPS.	0 – 150 V
0 – 25 »	0 – 600 »
0 – 100 »	
0 – 250 »	
0 – 1000 »	

PINÇA WATTIMÉTRICA

7 ESCALAS

0 – 3 KW
0 – 6 »
0 – 12 »
0 – 30 »
0 – 60 »
0 – 120 »
0 – 300 »

REPRESENTANTES:

C. SANTOS, S. A. R. L.

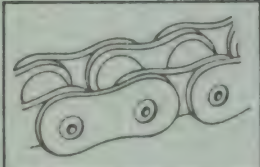
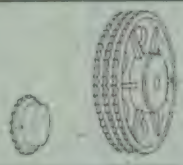
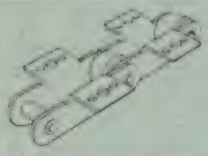
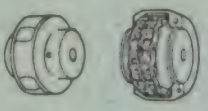
29, AVENIDA DA LIBERDADE, 41 — LISBOA

DIVISÃO MARÍTIMA E INDUSTRIAL
AVENIDA DA LIBERDADE, 29-41 — LISBOA
160, RUA STA. CATARINA, 168 — PORTO

Mais de 1000 produtos fabricados pela

RENOLD

o maior fabricante do mundo de correntes de precisão

	**166**	CORRENTES DE TRANSMISSÃO de ¼" a 5" de passo, de acordo com as normas BS, DIN, AFNOR, ASA e API.
	260	SÉRIES DE TRANSMISSÕES POR CORRENTE EM DEPÓSITO até 190 CV e relações de velocidades de 1:1 a 8,82:1 (Transmissões até 4.250 CV podem ser fornecidas em qualquer relação de velocidades).
	**523**	CARRETES E RODAS EM DEPÓSITO Para correntes fabricadas segundo as normas BS e incluindo rodas de disco intermutáveis com adaptadores fixos e de fricção.
	**162**	CORRENTES TRANSPORTADORAS NORMAIS Com adaptações apropriadas para todos os fins. Compreende uma gama de 12 cargas de rotura desde 1.360 a 38.500 Kg.
	316	RODAS TRANSPORTADORAS NORMAIS Para utilização com a gama de correntes transportadoras.
	**33**	ACOPLAMENTOS Por Corrente, Cruzeta de borracha e Disco compreendendo uma gama até 2.500 CV.

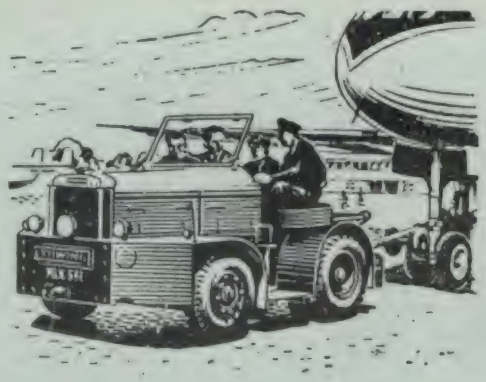
Para informações ou fornecimentos, escreva, visite ou telefone:

HARKER, SUMNER & Ca. Lda.

PORTO
38 Rua de Ceuta, 48
Telef: 27054-P.P.C. (4 linhas)

LISBOA
14 Largo do Corpo Santo, 18
Telef: 324823-35124

RENOLD CHAINS LIMITED
MANCHESTER · INGLATERRA



MERCURY

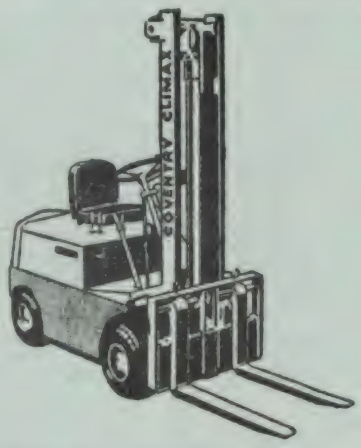
TRACTORES INDUSTRIAIS

Capacidades de reboque
até 300 Ton

COLES

GUINDASTES MÓVEIS

Capacidades até 60 Ton



Coventry Climax

EMPILHADORES

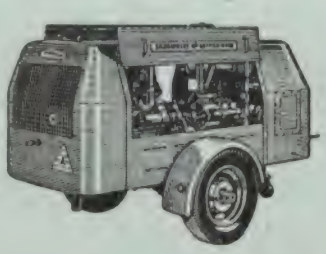
ELÉCTRICOS DIESEL GASOLINA

Capacidades até 3 Ton

"BROOMWADE"

COMPRESSORES

PORTÁTEIS E FIXOS
ROTATIVOS E ALTERNATIVOS
E FERRAMENTAS PNEUMÁTICAS



GUEDES & ALMEIDA, LDA. • R. S. Nicolau, 71-4.º – Tel. 32 50 80 • LISBOA 2

EMPREZA DE CIMENTOS DE LEIRIA

Fornecedora exclusiva do cimento utilizado na construção das Barragens de Picote, Miranda e Bemposta, da Hidroeléctrica do Douro. Mais de 350 000 toneladas de cimento LIZ empregadas nestas grandiosas obras.

BARRAGEM DE BEMPOSTA

GUIA DE ANÁLISE QUÍMICA DAS ÁGUAS

pelo Prof. Herculano de Carvalho

Preço 90$00

Tabelas para o Cálculo de Betão Armado

por Fernando Vasco Costa

4.ª edição revista e aumentada pelo autor e por João d'Arga e Lima

Preço 140$00

TOPOGRAFIA GERAL

pelo Eng.º A. C. Xerez

1.º Volume — 2.ª edição revista e aumentada

Preço de cada volume 150$00

MANUAL DE HIDRÁULICA

pelo Eng.º Armando C. Lencastre

Preço 150$00

Dicionário de Unidades e Tabelas de Conversão

Pelo Eng.º Vasco Costa e Osvaldo Francês

Preço 35$00

Pedidos à "Técnica"

Desconto: 10 % aos assinantes

SORVAL

SOCIEDADE DE REPRESENTAÇÕES VASCONCELOS, L.DA

Rua Artilharia Um, 104-4.º-Esq. — Lisboa

Telef. 65 12 29 - 65 12 20

REPRESENTANTE DOS EQUIPAMENTOS DE SOLDADURA

ELÉCTRICA

HOBART WELDERS · ELECTRODES

Soldadura automática em arco submerso

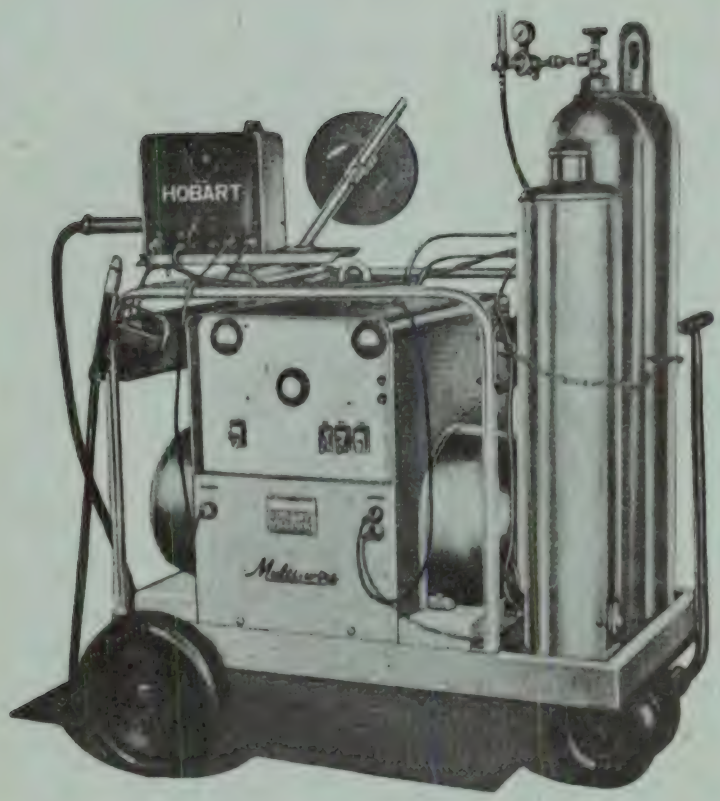
Soldadura automática em atmosfera de CO_2

Soldadura semi-automática «Processo Mig»

Em atmosfera inerte «CO_2 ou Argon»

Intensidades até 500 Amperes «Multi-Wire»

Intensidades de 150-200-300 Amp. «Micro-Wire»

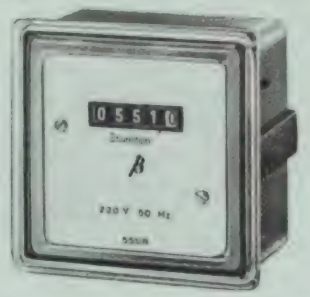


SOLDADURA EM ATMOSFERA INERTE «PROCESSO TIG»

EQUIPAMENTOS DEBITANDO CORRENTE CONTINUA E ALTERNA

AC - COM ALTA FREQUÊNCIA
DC - COM ADIÇÃO DE ALTA FREQUÊNCIA PARA FACILIDADE DE ESTABELECIMENTO DO ARCO

TOCHAS PARA ARGON DESDE 75 A 500 AMP.



CONTADORES DE HORAS DE TRABALHO

HORACONT

Para controle de tempo de funcionamento de qualquer máquina ou motor.
Modelos para montagem saliente e para encastrar

REPRESENTANTE:

SOTÉCNICA

SOCIEDADE ELECTROTÉCNICA, LDA.

R. do Vale do Pereiro, 8, 2.º-Telefs. 68 91 37/8/9-LISBOA

Delegação do Porto:
R. Faria Guimarães, 488, 2.º Telef. 4 54 85 — PORTO

Livros Espanhóis
Técnicos e Científicos

TORRENS

Livreiros distribuidores

Rua Antero de Quental, 14-A

OFICINAS E LABORATÓRIOS
DO
INSTITUTO SUPERIOR TECNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

LISTA CLASSIFICADA DE ANÚNCIOS

Neste número continua a «Técnica» a sua secção de publicidade — a *lista classificada de anúncios* — destinada a facilitar a procura por parte dos clientes.

Estas páginas amarelas ficam abertas aos nossos leitores, que nelas podem anunciar a sua firma e endereço, ao preço de 50$00 por número. Quanto aos nossos anunciantes, é com muito gosto que lhes concedemos grátis a inscrição na lista.

AUTOMÓVEIS

— **Austin — J. J. Gonçalves, Sucr.**
R. Alexandre Herculano, 8 — Lisboa.
Tel. 5 74 14/4 84 40.

— **Metalúrgica Duarte Ferreira**
Divisão Berliet — Rua Tomás Ribeiro, 50-A — Lisboa

CONSTRUÇÃO CIVIL

CONSTRUTORES CIVIS

— **Construções Técnicas**
P. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12.

— **Soc. Const. Amadeu Gaudencio, Ld.ª**
R. Dr. Alexandre Braga, 4-A — Lisboa
Telef. 4 31 91 — 92 — 93.

— **Soc. de Pré-Fabricação e Obras Gerais Novobra**
Av. Estados Unidos da América, 100-5.º D — Telef. 77 48 32 / 76 64 46 — Lisboa 5

ESCAVADORAS

— **Guedes & Almeida**
R. de S. Nicolau, 71-4.º — Tel. 2 50 80 — Lisboa.

— **Soc. Técnica de Equipamentos e Tractores, Ld.ª**
Prior Velho — Sacavém — Tel. 2 51 00 01/4.

— **SMEIA**
Av. Padre Manuel da Nobrega, 8-B-1.º

— **Monteiro Gomes, Ld.ª**
Rua Cascais, 47 (Alcântara).

FUNDAÇÕES

— **Construções Técnicas**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagem e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª.**
Pr. da Figueira, 18, 3.º — Lisboa — Tel. 36 27 95.

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcantara, 1 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12.

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 55 38 73 — 5 95 62 — 73 35 45.

— **Sondagens Ródio**
Rua de S. Bento, 644-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8

IMPERMEABILIZAÇÃO

— **Anselmo de Matos**
Av. Almirante de Reis, 179, r/c — Lisboa 1 — Telef. 4 64 39.

— **Empresa de Produtos Asfálticos**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 50.

— **Orlando Fernandes**
Rua Palmira, 46-A-B-C — Lisboa 1 — Tel. 83 01 63 e 84 26 39.

— **Virmiculite Portuguesa**
Av. Duque de Loulé, 97-4.º B — Lisboa.
Tel. 53 80 24.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Papelaria Fernandes**
Largo do Rato, 13 — Lisboa.

— **Pimentel & Casquilho**
R. Jardim do Regedor, 24, 2.º
Lisboa-2 — Tel. 32 43 14 — 32 42 48.

— **Wild Portugal, Ld.ª**
Praça das Águas Livres, 8, s/l 6 — Lisboa 2 — Tel. 68 11 27.

ISOLAMENTO ACÚSTICO

— **ISOLA**
Av. António Augusto de Aguiar, 17 — Lisboa
Tel. 4 78 24.

ISOLAMENTO TÉRMICO

— **SETH, Ld.ª**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56

— **Vermiculite Portuguesa, Ld.ª**
Av. Duque de Loulé, 97-4.º B — Lisboa.
Tel 53 80 24.

MOBILIÁRIO

— **Fábrica Portugal**
R. Febo Moniz

SONDAGENS

— **Construções Técnicas**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Praça da Figueira, 18- 3.º D. -Lisboa
Tel. 36 27 95.

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcântara, 1 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques.

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12

— **Johann Kaller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 55 38 73 — 5 95 67 — 73 35 45.

— **Sondagens Ródio, Ld.ª**
Rua de S. Bento, 664-3.ª — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8.

CONSTRUÇÕES METALO-MECÂNICAS

CONSTRUTORES METALO-MECÂNICOS

— **Companhia União Fabril**
Av. 24 de Julho, 170 — Lisboa 2 — Tel. 67 04 21

— **Construções Metalo-mecânica MAGUE, Ld.ª** — Alverca

— **DEMAG — Soc. Comercial Romar**
R. da Boavista, 81-1.º — Tel. 67 21 61 — Lisboa

— **FORJAL — Consórcio Português de Forjagem, Ld.ª**
R. do Campo Alegre, 606-1.º — Porto — Tel. 65 137

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **George Fischer, S. A.**
Schaffhouse (Suíça)

— **Sociedade Industrial Metalúrgica**
R. de S. Tiago, 1

— **Von Roll — Representante Socotel**
R. Sá da Bandeira, 651-4.º — Porto.

EDIÇÕES TÉCNICAS

— **Revista TECNICA**
Av. Rovisco Pais.

— **Torrens**
R. Antero de Quental, 14 A — Lisboa 2

EQUIPAMENTO ELECTRICO

— **ASEA**
Rua de Artilharia Um, 104-4.ª Dt. — Lisboa — Tel. 68 90 17/8/9.
R. do Campo Alegre, 144, Porto — Tel. 6 21 06/9

— **EFACEC**
S. Mamede de Infesta

— **Electrotécnicos Reunidos**
Avenida João XXI, 64 — Lisboa.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Soc. Electron, Ltd.**
L. de S. Carlos, 8-2.º — Tel. 32 22 77 — Lisboa

— **Soc. de Elec. Brown Boveri**
R. Sá da Bandeira, 481-2.º — Tel. 2 34 11 — Porto

— **Sociedade Michäelis de Vasconcelos, Ld. — Oerlikon**
Av. Marquês de Tomar, 94 — Lisboa.
P. da Liberdade, 114 — Porto.

— **Telemec**
R. D. Estefânia, 92-A — Lisboa

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

ELÉCTRODOS

— **Electro-Arco, Ld.ª**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa — Tel. 68 36 49.
R. do Bolhão, 216 — Porto — Tel. 2 12 77.

INSTALAÇÕES

— **Isolux, Lda.**
R. Gonçalves Crespo, 33, 3.º — Lisboa
R. de Sá da Bandeira, 551, 4.º — Porto.

INSTRUMENTOS DE MEDIDA

— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Metrimpex — Soc. Húngara para o comércio externo de instrumentos — Budapest**

— **Soc. Electron, Ltd.**
L. de S. Carlos, 8.-2.º — Tel. 32 22 77 — Lisboa

— **SOTÉCNICA — Soc. Electrotécnica, Ld.ª**
R. Vale do Pereiro, 8-2.º — Lisboa.
Tel. 68 91 37/8/9.

ISOLAMENTOS

— **Empresa Electro-Cerâmica, S.A.R.L.**
L. Barão de Quintela.

SOLDADURAS

— **Electro Arco**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa
R. do Bolhão, 216 — Porto

— **SORVAL — Soc. Representações Vasconcelos, Ld.ª**
Rua Artilharia Um, 104-4.º — Lisboa.
Tel. 65 12 29 65 12 30.

TELECOMUNICAÇÕES

— **Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos, S.A.R.L.**
R. Rodrigo da Fonseca, 110, r/c — Lisboa — Tel. 68 60 72.
R. Sá da Bandeira, 766-1.º E — Porto — Tel. 2 48 18

— **Standard Eléctrica, S.A.R.L.**
Av. da Índia — Lisboa.

EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

BOMBAS

— **CIDEX — Comércio Internacional e Representações Industriais**
Av. Casal Ribeiro, 46-2.º - Tel. 73 53 07 - Lisboa 1

— **Vasco Pessoa, Lda.**
Rua da Boa Vista, 63 — Lisboa 2

CORRENTES

— **Auto-Lusitania**
Avenida da Liberdade, 75-77 — Lisboa

— **Harker Summer**
L. Corpo Santo, 18 — Tel. 32 48 23 — Lisboa.

— **Trelleborgs Gumifabrik - A.B.**
Av. de Madrid, 2-D — Lisboa

FUNDIÇÃO

— **FORJAL — Consórcio Português de Forjagem, Ld.ª**
R. do Campo Alegre, 606-1.º - Porto — Tel, 65 837

— **George Fischer, S. A.**
Schaffhouse (Suíça)

MÁQUINAS-FERRAMENTAS

— **DEMAG — Soc. Comercial Romar**
R. da Boavista, 81-1.º — Tel. 67 21 61 — Lisboa

— **SORVAL — Sociedade de Representações Vasconcelos, Ltd.**
R. de Artelharia Um, 104-º E Tels.: 65 12 29 — 65 12 20 — Lisboa

MOTORES INDUSTRIAIS

— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.
160, R. de Santa Catarina, 168 — Porto.

INDÚSTRIAS QUÍMICAS

— **I.C.I. — Imperial Chemical Industries, Ld.ª**
R. D. João V, 2-3.º — Tel. 68 51 73 — Lisboa.

BORRACHAS

— **Quimicor**
R. Sociedade Farmaceutica, 3 — Lisboa.

EQUIPAMENTO

— **Filtros Filfro, Ld.ª**
R. Capitão Filipe de Sousa, 128, Caldas da Rainha.

— **SETAL**
R. Joaquim António Aguiar, 73, 5.º — Tel. 66 41 43 — Lisboa

FELTROS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais**
Estrada de S. João — Ovar

GÁS INDUSTRIAL

— **Propacilda — CIDLA**

LUBRIFICANTES

— **B. P.**
— **Mobil Oil**
— **Shell**

TÊXTEIS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais, Ld.ª**
Estrada de S. João — Ovar.

TRATAMENTO DE ÁGUAS

— **Filtros Filfro, Lda.**
R. Filipe de Sousa, 128 — Caldas da Rainha

— **SETAL**
Rua Joaquim António de Aguiar, 73-5.º — Tel. 66 41 43 — Lisboa

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Pimentel & Casquilho, Ld.ª**
Rua do Jardim do Regedor, 24, 2.º — Lisboa
Tel. 32 43 14 — 32 42 48.

— **Hidrel — Técnica de Hidráulica e Electricidade**
Rua do Alecrim, 47-B — Lisboa

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

AÇOS ESPECIAIS

— **A. Johnson & C.ª (Portugal), Ld.ª**
P. José Fontana, 11-1.º — Lisboa — Tel. 4 79 64 - 4 79 93 - 4 79 97.
R. Dr. António Granjo, 160/168-Porto-Tel. 5 46 69

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.º, Dt.º — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.

— **Companhia Portuguesa de Fornos Eléctricos**
L. S. Carlos, 4-2.º

BETÃO

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.º, Dt.º — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.

— **Sociedade Portuguesa CAVAN**
R. de D. Estefânia, 94-A — Lisboa — Tel. 4 78 12 e 5 01 29.

CIMENTOS

— **Aguiar & Melo, Lda.**
P. do Município, 13-1.º — Tel. 32 11 51-2 — Lisboa

— **CIBRA — Cimentos Brancos**
Tv. do Corpo Santo, 15 — Lisboa — Tel. 32 04 64.
R. do Bonjardim, 205 — Porto — Tel. 2 57 79.

— **Empresa de Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa — Tel. 5 91 61/66.

— **Secil**
R. do Comércio, 156 — Lisboa 2 — Tel. 32 82 01/2/3.

MATERIAL DE ESCRITÓRIO

— **J. S. Staedler**
W. Schmidt — R. Fialho de Almeida, 40-A
Tel. 5 10 74 — Lisboa

MOTORES DIESEL

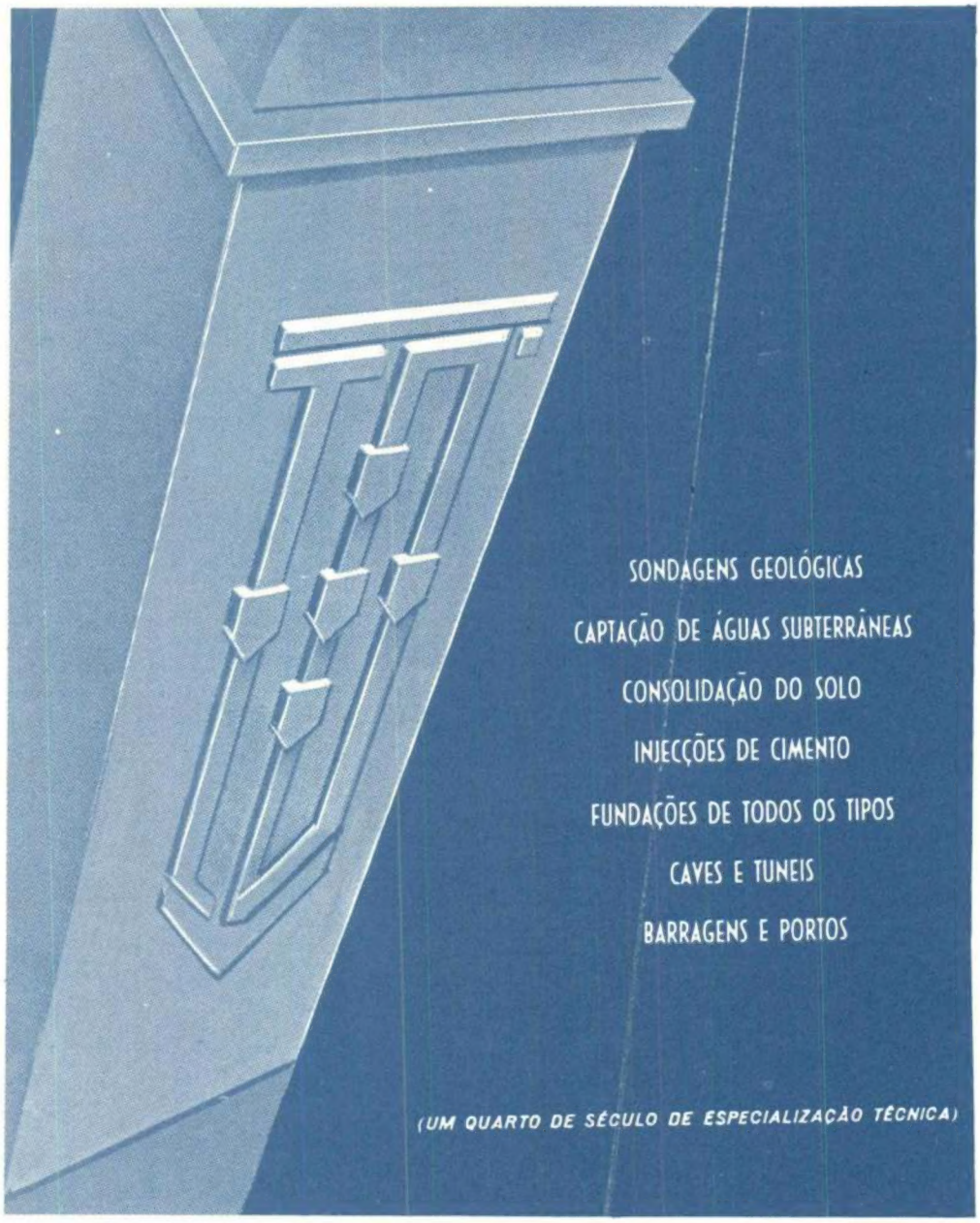
— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.
160, R. de S. Catarina, 168 — Porto

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.º
TELEF. 36 27 95

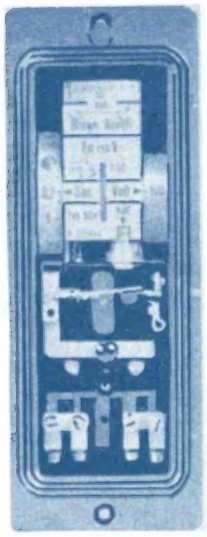
LISBOA



Fotogravura
Armeia & Moreno, Lda.

Protegei as vossas máquinas, aparelhos, e instalações, dos perigos externos e internos utilizando relés

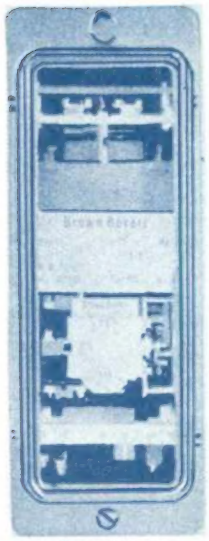
BROWN BOVERI


Sobretensão

Sobrecarga curto-circuito

Sobrecarga térmico

Sobrecarga instantâneo


Frequência

Cargas assimétricas

Diferencial

Terra

Os nossos Serviços Técnicos podem auxiliar a resolver os vossos problemas sobre protecções.

SOC. DE ELECT. **BROWN BOVERI**, LDA.
RUA DE SÁ DA BANDEIRA, 481 – 2.º • TEL. 23411 • PORTO